



**Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LAS CARROCERÍAS: INTERPROVINCIAL Y BUS-TIPO EN LA EMPRESA VARMA S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO.”**

**DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA**

**ÁNGEL FABIÁN MORALES LLUMÁN**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Riobamba - Ecuador**

**2010**

# EsPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

---

### CONSEJO DIRECTIVO

Febrero, 09 de 2010

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA**

---

Titulada:

**“PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LAS CARROCERÍAS: INTERPROVINCIAL Y BUS-TIPO EN LA EMPRESA VARMA S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

Ing. Geovanny Novillo A.

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Víctor Marcelino  
Fuertes.

DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Ing. Gloria Miño Cascante.  
ASESOR DE TESIS

# Epoch

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

---

### CONSEJO DIRECTIVO

Febrero, 09 de 2010

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**ÁNGEL FABIÁN MORALES LLUMAN**

---

Titulada:

**“PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LAS CARROCERÍAS: INTERPROVINCIAL Y BUS-TIPO EN LA EMPRESA VARMA S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

Ing. Geovanny Novillo A.

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Víctor Marcelino  
Fuertes.

DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Gloria Miño Cascante.

ASESOR DE TESIS

# EsPOCH

Facultad de Mecánica

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA

**TÍTULO DE LA TESIS:** “PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LAS CARROCERÍAS: INTERPROVINCIAL Y BUS-TIPO EN LA EMPRESA VARMA S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO”

**Fecha de Examinación:** Febrero, 09 de 2010

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Geovanny Novillo A. (Presidente Trib. Defensa)			
Ing. Víctor Marcelino Fuertes. (Director de Tesis)			
Ing. Gloria Miño Cascante. (Asesor)			

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

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
Presidente del Tribunal

# EsPOCH

Facultad de Mecánica

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:**           ÁNGEL FABIÁN MORALES LLUMAN

**TÍTULO DE LA TESIS:**   “PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LAS CARROCERÍAS: INTERPROVINCIAL Y BUS-TIPO EN LA EMPRESA VARMA S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO”

**Fecha de Examinación:**           Febrero, 09 de 2010

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Geovanny Novillo A. (Presidente Trib. Defensa)			
Ing. Víctor Marcelino Fuertes. (Director de Tesis)			
Ing. Gloria Miño Cascante. (Asesor)			

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

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
Presidente del Tribunal

## DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Darwin Gustavo Jaque Puca

---

Ángel Fabián Morales Lluman

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Industrial, por haberme formado profesionalmente para poder enfrentar y resolver los desafíos de la vida.

Mi profundo agradecimiento, al personal docente, quienes supieron brindar sus conocimientos, experiencias y consejos en mi desarrollo profesional de esta manera poder cumplir mi meta.

A la empresa VARMA S.A., de manera especial al Ingeniero Santiago Vargas, por darnos la oportunidad, facilitarnos su ayuda y confianza para realizar el presente tema de tesis.

A mis padres y amigos quienes con su apoyo y consejos supieron brindar su mano cuando lo necesitaba.

**Darwin Gustavo Jaque Puca**

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a todo el personal docente y administrativo de la Escuela de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Mecánica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

A mis padres, amigos, compañeros y personas que nos ayudaron y están pendiente de que nuestro objetivo se cumpla para poder servir a nuestro país.

**Ángel Fabián Morales Lluman**



## DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza y la sabiduría para poder cumplir una meta más en mi vida.

A mis padres que me supieron comprender, brindándome su apoyo y darme sus bendiciones para poder triunfar en esta vida.

A mi esposa y mi hija que son el motivo de inspiración, para seguir superándome.

A mis hermanos que me supieron brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

**Darwin Gustavo Jaque Puca**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la fuerza y la sabiduría para poder cumplir una meta más en mi vida.

A mis padres que me supieron comprender, brindándome su apoyo y darme sus bendiciones para poder triunfar en esta vida.

A mis hermanos que son ejemplo de superación y enseñanza, supieron brindarme su apoyo incondicional.

**Ángel Fabián Morales Lluman**

## TABLA DE CONTENIDOS

### **CAPÍTULO**

### **PÁGINA**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1	Antecedentes.....	2
1.2	Justificación Técnico-Económico.....	3
1.3	Objetivos.....	4
1.3.1	Objetivo General.....	4
1.3.2	Objetivos Específicos.....	4
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	
2.1	Definición de la carrocería.....	5
2.1.1	Estructura del piso.....	6
2.1.2	Paredes laterales.....	7
2.1.3	Esqueleto del techo.....	8
2.1.4	Esqueleto delantero.....	9
2.1.5	Esqueleto posterior.....	10
2.1.6	Pasos de ruedas.....	10
2.2	Tipos de estructuras para carrocerías.....	11
2.2.1	Estructura de esfuerzo de recubrimiento externo.....	11
2.2.2	Estructura de esfuerzo de recubrimiento interno.....	11
2.2.3	Estructura de esqueleto.....	12
2.3	Puntos básicos del montaje de la carrocería.....	13
2.3.1	Método de la unión de la carrocería al bastidor del chasis.....	13

		12
2.4	Optimización de métodos y tiempos de trabajo de la empresa.....	16
2.4.1	Fundamento teórico.....	16
2.4.2	Definición de métodos y tiempos.....	17
2.4.3	Ergonomía.....	17
2.4.4	Definición de los diagramas a utilizar.....	22
2.5	Condiciones de trabajo.....	25
2.5.1	Ruido y vibraciones.....	26
2.5.2	Ventilación.....	26
2.5.3	Calefacción.....	27
2.5.4	Iluminación.....	27
2.5.5	Carga de trabajo.....	27
2.5.6	Manipulación manual de las cargas.....	27
2.6	Distribución de la planta.....	28
2.6.1	Tipos de distribución de la planta.....	28
2.7	Planificación y control de la producción.....	29
2.7.1	Planificación de la producción.....	29
2.7.2	Control de la producción.....	30
2.8	Capacitación y adiestramiento del personal.....	30
2.8.1	Técnicas de capacitación.....	30
2.9	Costos y sus aplicaciones.....	31
2.9.1	Definición.....	31
2.9.2	Importancia.....	31
2.9.3	Costo y el gasto.....	31
2.9.4	Costo de producción.....	32

### **3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE**

**VARMA S.A.**

3.1	Reseña histórica.....	34
3.2	Base Legal.....	35
3.2.1	Ubicación de la empresa.....	35
3.3	Estructura administrativa.....	37
3.3.1	Estructura funcional.....	38
3.4	Misión.....	39
3.5	Visión.....	39
3.6	Productos que elaboran.....	39
3.6.1	Características de las carrocerías.....	41
3.6.2	Características técnicas de las carrocerías.....	43
3.7	Análisis de la producción.....	45
3.7.1	Descripción general del proceso de elaboración de las carrocerías...	45
3.8	Estudio del método de trabajo para los dos tipos de carrocería.....	54
3.8.1	Diagrama de flujo del proceso.....	54
3.8.2	Diagramas del proceso.....	55
3.8.3	Diagramas de GANTT.....	55
3.8.4	Diagramas PERT/CPM.....	55
3.9	Estudio de los tiempos actuales.....	55
3.10	Estudio de los puestos de trabajo.....	56
3.10.1	Diagrama de proximidad actual.....	58
3.11	Distribución de la planta actual.....	60
3.12	Planificación y control de la producción.....	60
3.13	Análisis de Recursos Humanos disponibles.....	62
3.13.1	Capacitación y adiestramiento del personal.....	63
3.13.2	Forma de impartir órdenes en los puestos de trabajo.....	63

		14
3.13.3	Supervisión.....	63
3.14	Resultados de la situación actual.....	64
<b>4.</b>	<b>PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN VARMA S.A.</b>	
4.1	Estructura administrativa propuesta.....	66
4.1.1	Misión del departamento de seguridad e higiene industrial.....	66
4.1.2	Responsabilidades.....	66
4.2	Estructura administrativa propuesta.....	67
4.3	Registro de materiales utilizado en la elaboración de las carrocerías....	68
4.4	Propuesta del método de trabajo para los dos modelos de carrocerías...	68
4.4.1	Diagramas de proceso.....	70
4.4.2	Diagramas de GANTT.....	71
4.4.3	Diagrama PERT/CPM propuestos.....	71
4.5	Estudio de tiempos propuestos.....	72
4.6	Ergonomía en los puestos de trabajo.....	72
4.6.1	Condiciones de trabajo.....	74
4.7	Distribución ergonómica de los puestos de trabajo.....	76
4.8	Distribución de la planta propuesta .....	78
4.8.1	Factores para la distribución de la planta propuesta.....	78
4.8.2	Cumplimiento de las normas de calidad.....	79
4.8.3	Análisis del tipo de distribución de la planta.....	80
4.8.4	Estudio de las distribuciones parciales.....	80
4.8.5	Diagrama de proximidad propuesto.....	89
4.8.6	Diagrama de recorrido general propuesto.....	91
4.8.7	Diseño de la planta propuesta.....	91

		15
4.8.8	Diagrama de distribución final de la planta propuesta.....	92
4.9	Planificación propuesta.....	92
4.10	Capacitación y adiestramiento del personal.....	94
4.11	Incentivos.....	94
4.11.1	Incentivos económicos.....	94
4.11.2	Incentivos no económicos.....	96
<b>5.</b>	<b>EVALUACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA</b>	
5.1	Análisis de productividad.....	97
5.1.1	Gráfico resumen diagrama de proceso.....	97
5.1.2	Cálculo de la producción actual.....	97
5.1.3	Cálculo de la producción propuesta.....	98
5.2	Costo de la producción actual.....	99
5.3	Costo de la producción propuesta.....	100
5.4	Análisis comparativo entre los costos actuales vs. la propuesta.....	101
5.5	Inversiones.....	102
5.5.1	Detalle de inversiones.....	105
5.5.2	Inversión total.....	110
5.6	Periodo de recuperación de la inversión.....	111
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1	Conclusiones.....	112
6.2	Recomendaciones.....	116

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS



## LISTA DE TABLAS

### TABLA PÁGINA

I	Niveles de ruido y actuaciones a realizar.....	26
II	Listado de puestos de trabajo situación actual.....	57
III	Listado de recurso humano Varma S.A.....	62
IV	Cuadro de resumen método actual.....	65
V	Cuadro de resumen método propuesto.....	71
VI	Áreas de puestos de trabajo.....	76
VII	Listado de puestos de trabajo propuesto.....	81
VIII	Relación de movimientos entre los puestos de trabajo.....	87
IX	Cargas vivas para la cimentación del piso.....	92
X	Diagrama de proceso actual-propuesto.....	97
XI	Indicadores de productividad.....	98
XII	Costos Actuales.....	101
XIII	Costos Propuestos.....	102
XIV	Costos actual y propuesto.....	102
XV	Creación del Departamento Seguridad e Higiene Industrial.....	105
XVI	Tiempos empleados por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo	105
XVII	Costos de los materiales por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo.....	106
XVIII	Costos de la mano de obra por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo.....	106
XIX	Tiempos empleados por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo...	106
XX	Costos de los materiales por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo.....	107
XXI	Costos de la mano de obra por movimientos de las máquinas y mesas de	107

	trabajo.....	
XXII	Costos de materiales para construcción del jig división para la cabina...	108
XXIII	Costos de la mano de obra para construcción del jig división para la cabina	108
XXIV	Costos de materiales para la construcción del coche porta tuberías.....	108
XXV	Costos de la mano de obra para la construcción del coche porta tuberías	108
XXVI	Costos de materiales para construcción de la mesa de acabados 1.....	109
XXVII	Costos de la mano de obra para construcción de la mesa de acabados 1.	109
XXVIII	Costos de materiales para construcción de la mesa de acabados 2.....	109
XXIX	Costos de la mano de obra para construcción de la mesa de acabados 2.	109
XXX	Costos de materiales para construcción de la caja – herramientas.....	110
XXXI	Costos de la mano de obra para construcción de la caja – herramientas...	110
XXXII	Cuadro de inversiones totales.....	110
XXXIII	Diferencia Método actual – propuesto.....	114

## LISTA DE FIGURAS

<b><u>FIGURA</u></b>		<b><u>PÁGINA</u></b>
1	Piezas que componen una estructura.....	5
2	Esqueleto de la carrocería.....	6
3	Esqueleto de la carrocería.....	6
4	Carga torsional en las paredes laterales de la estructura.....	7
5	Estructura Lateral.	8
6	Estructura del Techo	8
7	Estructura frente	9
8	Estructura Posterior	10
9	Estructura de refuerzo del recubrimiento externo	11
10	Estructura de esfuerzo del recubrimiento interno	12
11	Estructura del esqueleto1	12
12	Resistencia total de todo el vehículo	13
13	Métodos de unión de la carrocería al bastidor del chasis	14
14	Sistema de montaje del chasis y la carrocería con caucho	15
15	Dimensiones de los puestos de trabajo	19
16	Conjunto estándar de símbolos para diagramas de proceso según ASME	22
17	Símbolos no estándar para diagramas de proceso.	24
18	Condiciones de trabajo	25
19	Ubicación Geográfica	36
20	Estructura administrativa	37
21	Estructura Funcional	38
22	Porcentajes de producción	41
23	Porcentajes de producción	64
24	Estructura administrativa propuesta	67
25	Indicadores de productividad	99
26	Utilidad en porcentaje	102
27	Mesa de acabados para puertas y tapa del motor	103
28	Coche portatubos	103
29	Jig de división para cabina	104
30	Caja de herramientas	104
31	Diagrama de proximidad actual-propuesto	113
32	Distribución de puestos actual-propuesto	113
33	Comparaciones método actual – propuesto modelo INTERCITY PREMIER	114
34	Comparaciones método actual – propuesto modelo CITY PREMIER	114
35	Porcentajes de ahorro en cada modelo	114
36	Ahorro de costos y días de producción	115

**LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

<b><u>FIGURA</u></b>		<b><u>PÁGINA</u></b>
1	Bus Interprovincial.....	40
2	Bus Urbano.....	40
3	Bus Turismo.....	40
4	Bus Escolar.....	40
5	Bus Especial.....	40
6	Intercity Premier.....	42
7	City Premier.....	42

**LISTA DE ABREVIACIONES**

S.A.	Sociedad Anónima
VS.	Comparación
Ltd.	Limitada
Z	Perfil metálico en forma de z
U	Perfil metálico en forma de u
L	Perfil metálico en forma de L
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
dBa	Decibeles (medida de audición)
INTERCITY PREMIER	Marca de la carrocería Interprovincial
CITY PREMIER	Marca de la carrocería Bus-Tipo
F.V.	Fibra de Vidrio
URBAN90	Marca de los asientos plástico
SECAP	Centro de Capacitación
JIG	Molde para la construcción de partes de la carrocería

**LISTA DE ANEXOS**

- ANEXO 1:** Diagramas de flujo del proceso tipo material para las carrocerías Interprovincial y Bus -Tipo método actual.
- ANEXO 2:** Diagramas de procesos tipo material para las carrocerías Interprovincial y Bus -Tipo método actual.
- ANEXO 3:** Diagramas Gantt para las carrocerías Interprovincial y Bus -Tipo método actual.
- ANEXO 4:** Diagramas PERT/CPM para las carrocerías Interprovincial y Bus -Tipo método actual.
- ANEXO 5:** Tiempos actuales para las carrocerías Interprovincial y Bus -Tipo método actual
- ANEXO 6:** Distribución de la planta actual
- ANEXO 7:** Formatos para el control de la producción método actual
- ANEXO 8:** Diagrama de proceso tipo material para las carrocerías Interprovincial y Bus -Tipo método propuesto
- ANEXO 9:** Diagramas Gantt para las carrocerías Interprovincial y Bus -Tipo método propuesto
- ANEXO 10:** Diagramas PERT/CPM para las carrocerías Interprovincial y Bus

-Tipo método propuesto

- ANEXO 11:** Tiempos propuestos para las carrocerías Interprovincial y Bus-Tipo
- ANEXO 12:** Distribución ergonómica de los puestos de trabajo (Sec. Puertas-Compuertas y Asientos) método propuesto
- ANEXO 13:** Diagrama de recorrido general propuesto
- ANEXO 14:** Diagrama de distribución final de la planta propuesta
- ANEXO 15:** Planificación propuesto
- ANEXO 16** Planos para la construcción de accesorios

## RESUMEN

Se ha planteado una propuesta de reorganización técnica–económica de los procesos de producción para las carrocerías: Interprovincial y Bus–Tipo en la empresa VARMA S.A. de la ciudad de Ambato, con la finalidad de mejorar su proceso de fabricación y su actual distribución de planta, obteniendo una mejora en su capacidad de producción de los dos modelos.

De tal manera que se realizó un análisis detallado de la situación actual de la empresa desarrollando un estudio de métodos y tiempos empleados en la construcción de cada modelo, elaboración de diagramas de proceso, diagramas de recorrido, diagramas Gantt, PERT/CPM, toma de tiempos de producción cronometrados (método repetitivo), de cada una de las actividades que conforman el proceso total de fabricación.

Con estos resultados se determinó el tiempo y la distancia en que los materiales recorren entre puestos de trabajo, el tiempo total de fabricación y los procesos críticos en el método de trabajo, logrando un planteamiento de la nueva distribución, que consigue una reducción en desplazamientos de materiales, mediante un adecuado ordenamiento de las actividades, en la fabricación se consigue una disminución en el tiempo de elaboración final de los dos modelos.

La reorganización propuesta muestra un mejoramiento en el uso de espacio físico, mejor disposición de los puestos de trabajo en la planta, obteniendo una mejor fluidez en la circulación de los materiales, para la fabricación de los dos modelos de carrocerías.



Se recomienda que la información que brinda el estudio, se sometan como documentación necesaria al actual proceso de fabricación de los dos modelos, así como la base para la planificación y reorganización de las actividades a realizar.

## SUMMARY

A technical reorganization proposal production processes for Inter-Province and Bus-Type varies at the Varma S.A. enterprise to Ambato city to improve their manufactory process and their actual plan delivery, resulting improvement in the production capacity of the two models a toilet analysis of the actual situation of the enterprise was carried out developing a study of methods and times used in the construction of each model, elaboration of process diagrams, running diagrams, Gantt diagrams, PERT/CPM, production timing (repetitive method) of each activity forming the total manufacturing process.

With these results the time and distance in which the materials are transported between work posts, the total manufacturing time and the critical processes in the work method were determined achieving the proposal of a new distribution which results in a reduction of in material transportation through an adequate ordering of activities. In manufacturing a decrease of the final elaboration time of the time of the two models is achieved.

The proposed reorganization shows an improvement in the physical space use, a better arrangement of the work places in the plant, obtaining a better flow in the material circulation for the manufacture of the two car body models.

It is recommended that the information off the study be considered as a necessary realia for the actual manufacturing of the two models as well as the basis for planning and reorganizing the activities to be carried out.



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de esta tesis, tiene como finalidad proponer la reorganización técnica -económica de los procesos de producción de las carrocerías: Interprovincial y Bus-Tipo para la Empresa Varma S.A., cuyos productos tienen gran demanda en el mercado nacional.

La base del estudio, es la organización de la empresa, con soporte en los diagramas de trabajo, los cuales son fundamentales para: realizar el análisis del proceso productivo de la empresa; así como para mejorar los métodos de trabajo, tener una distribución adecuada de la planta, optimizar el recurso humano y material, tomando en cuenta los factores ergonómicos que pueden influir en el normal desempeño de los operarios; así se incrementará la capacidad productiva, la cual permite participar en el mercado con calidad y competitividad, generando un desarrollo socio-económico dentro del país.

Para la recopilación de los datos sobre *tiempos* de las distintas operaciones se utilizó la *lectura repetitiva o de vuelta a cero*. El número de observaciones ejecutadas fue por operación, para lo cual se dividió al proceso productivo en operaciones por sección; y aplicando mediciones de *tiempo promedio* se pudo determinar el *tiempo tipo*.

Mediante la correcta implementación de los cambios propuestos, se mejorará la fluidez en la circulación, tanto de los materiales como de los operarios; además del uso adecuado de los materiales y técnicas de ejecución de los procesos, eliminando así los tiempos improductivos, generando utilidades para la empresa.

### **1.1. Antecedentes**

En los últimos años la Empresa de Carrocerías Varma S.A., ha atravesado por una situación económica poco satisfactoria, debido a un sin número de acontecimientos que han repercutido en el proceso de producción, entre los cuales se puede indicar, la falta de organización en el proceso de producción de las carrocerías; la subutilización de Maquinaria, que ocupa espacio dentro de la planta; la existencia de demasiados tiempos muertos por causa de métodos de trabajo inadecuados, la falta de conciencia por parte de los trabajadores sobre la correcta utilización de los materiales, etc.

Todos estos factores, sumados a la situación económica mundial, hacen que la empresa tenga dificultades, provocando problemas en la entrega final de las carrocerías interprovincial y Bus-Tipo.

## 1.2. **Justificación Técnico – Económica**

“CARROCERÍAS VARMA S.A.”, Es una empresa dedicada a la producción de carrocerías de varios tipos: Interprovinciales, Bus-Tipo, Turismo, Escolares, Carrocerías Especiales, que ofrecen sus productos a clientes nacionales con gran exigencia en calidad.

La empresa se ha visto en la obligación de ampliar su visión, para lograr competir dentro y fuera del país, mediante la aplicación de normas y estándares de calidad que permitan obtener un nivel elevado productivo.

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio se centra en la elaboración de una propuesta de reorganización técnica - económica de los procesos de producción para las carrocerías: Interprovincial y Bus-Tipo en la empresa Varma S.A. de la ciudad de Ambato, que son los productos de mayor demanda, de esta forma se mejorará los métodos de trabajo, se eliminarán los tiempos muertos, se optimizará el uso de la materia prima, se aumentará la capacidad productiva con una redistribución de los puestos de trabajo y de la planta de producción; obteniendo así una mejor utilidad para la empresa.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Proponer la reorganización técnica - económica de los procesos de producción para las carrocerías: Interprovincial y Bus-Tipo en la Empresa VARMA S.A. de la ciudad de Ambato.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Evaluar la situación actual que tiene la planta de producción de la empresa.
- Proponer la reorganización de la planta de producción.
- Realizar una evaluación técnica económica entre la situación actual vs la propuesta.



## CAPÍTULO II

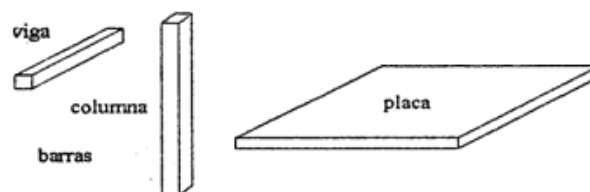
### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Definición de la carrocería<sup>1</sup>

El esqueleto de la carrocería, se compone de uno o más piezas ligadas entre si y al medio exterior, formando un conjunto estable; capaz de recibir cargas externas, de resistirlas internamente y transmitir las a sus apoyos, donde esas fuerzas externas encontrarán su sistema estático equilibrante.

Las piezas que componen una estructura poseen evidentemente tres dimensiones; en general pueden ocurrir dos casos:

- a. Una dimensión es pequeña, con relación a las otras dos. Es el caso de las placas, cuyo espesor es pequeño respecto a su superficie.
- b. Dos dimensiones son pequeñas, con relación a la tercera: se la llamará barra y estará representada por su eje (lugar geométrico del centro de gravedad de su sección transversal), por ejemplo: vigas, columnas.



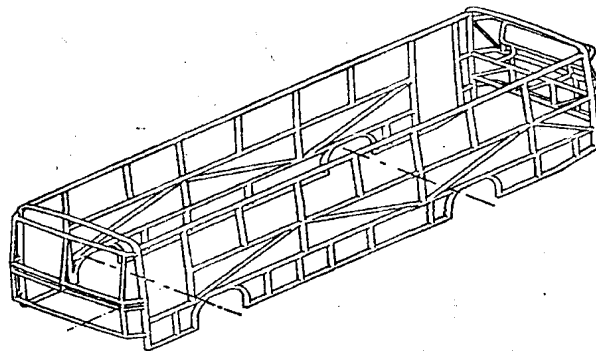
**Figura 1:** Piezas que componen una estructura

---

<sup>1</sup> HINO MOTORS. Manual para el Montaje de Carrocerías Ltd. pp. 4-6

Los grupos de construcción de los soportes de la carrocería, como por ejemplo grupo de preparación de materiales, piso, paredes laterales, techo, parte delantera y parte trasera, se deben elaborar como soportes armados con diagonales, chapas de sujeción, etc.

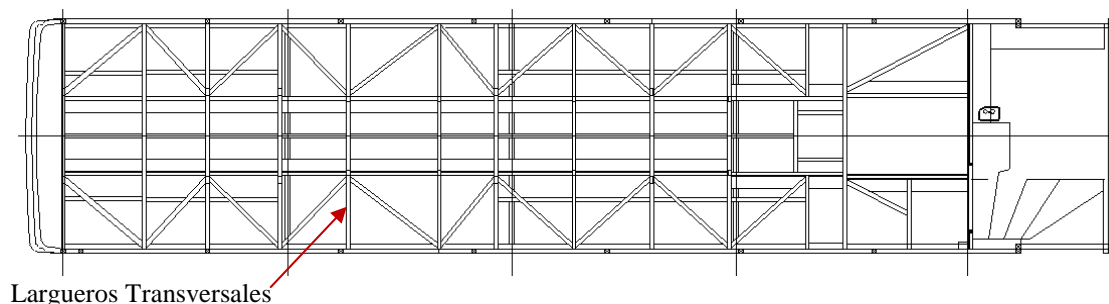
Las aberturas requeridas: por ejemplo ventanas, puertas, etc., se deben encuadrar con secciones reforzadas y rígidas a la flexión y añadir mediante uniones que favorezcan la transmisión de fuerzas.



**Figura 2:** Esqueleto de la carrocería

### 2.1.1. Estructura del piso

La estructura básica debe absorber todas las cargas durante la marcha. La estructura del piso no solo que soporta directamente el peso de la carga útil del vehículo, sino que, juega un rol extremadamente importante en la unión del bastidor del chasis con la carrocería del bus y asegura la rigidez estructural total y la resistencia. El método de la unión de la carrocería al bastidor del chasis, que se realiza por largueros transversales, es un tipo de diseño adoptado por gran parte de los fabricantes de carrocerías en todo el mundo.



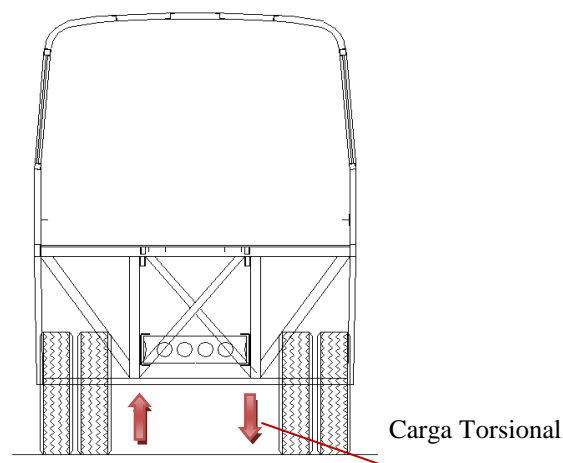
Largueros Transversales

**Figura 3:** Estructura del piso

### 2.1.2. Paredes laterales

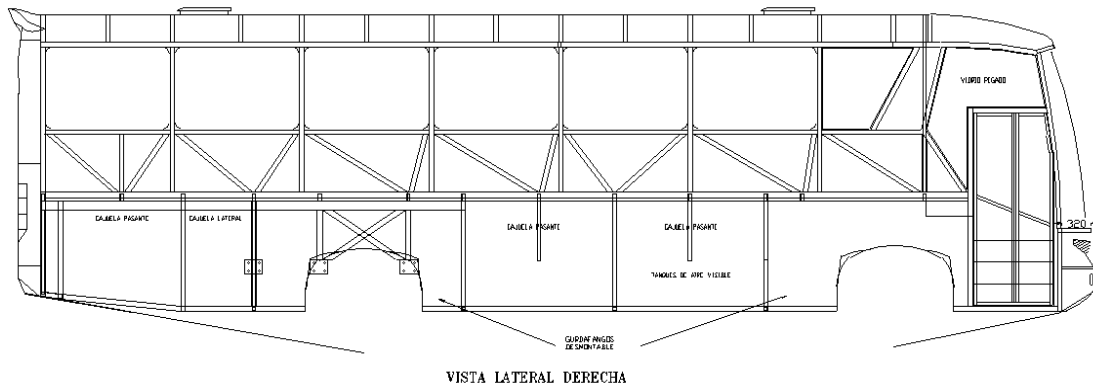
La mayoría de la fuerza de combamiento que actúa sobre el bus está soportada por la rigidez del esqueleto de las estructuras laterales del lado derecho e izquierdo.

La carga torsional transmitida vía bastidor del chasis también actúa sobre las estructuras del lado derecho e izquierdo respectivamente, en forma de cargas de combamiento hacia arriba y hacia abajo de diferentes fases. La carga torsional se refiere a una carga de combamiento vertical sobre las estructuras laterales del lado derecho e izquierdo como se puede notar en la figura 4.



**Figura 4:** Carga torsional en las paredes laterales de la estructura

En los elementos de la estructura lateral, las estructuras del armazón debajo del lado de las ventanas proveen una rigidez extremadamente alta contra las fuerzas verticales del combamiento.

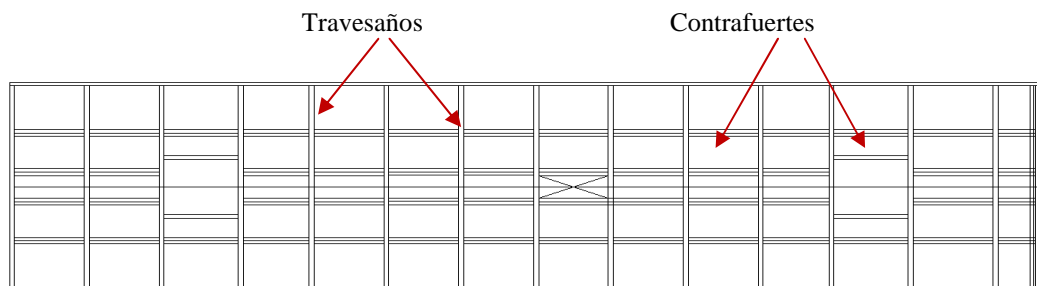


**Figura 5:** Estructura Lateral.

### 2.1.3. Esqueleto del techo

El esqueleto del techo debe soportar altos esfuerzos dinámicos. Su estructura es en forma de enrejamiento con contrafuertes extendidos en la dirección frontal-posterior de la carrocería. Las cerchas del techo deben montarse de forma que resulte una unión transversal con las columnas de las ventanas o puertas y las cuadernas del esqueleto del piso (ver figura 6).

Según la rigidez exigida y para asegurar la exactitud dimensional se pueden montar adicionalmente cerchas intermedias, chapas en forma de “Z”, en forma de “U” para las claraboyas y refuerzos intermedios en el interior de las cerchas en su parte central.

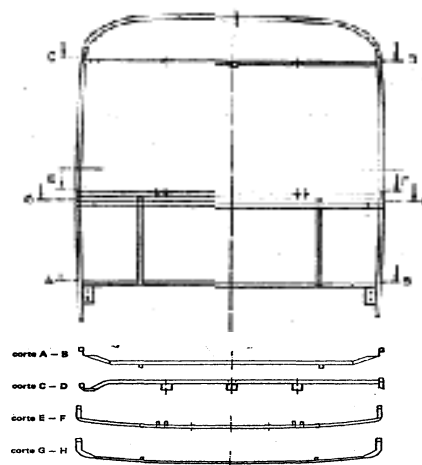


**Figura 6:** Estructura del Techo

### 2.1.4. Esqueleto delantero

El esqueleto de la parte delantera contribuye considerablemente en la rigidez transversal de la carrocería completa. Este se debe reforzar con chapas de empuje, además se deberán reforzar los huecos necesarios como por ejemplo aberturas para la entrada de aire (mascarilla), faros, etc., con encuadernamientos rígidos a la flexión la mayoría de las fuerzas que actúan sobre la estructura frontal, son cargas torsionales, puesto que actúan las reacciones desde la superficie de la carretera sobre la carrocería hacia la derecha e izquierda alternativamente.

La figura 7, muestra un ejemplo de la estructura frontal de un vehículo con motor delantero.



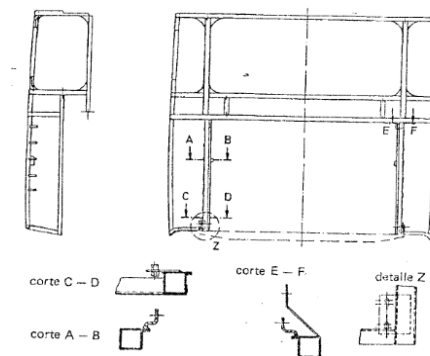
**Figura 7:** Estructura frente<sup>2</sup>

El parabrisas en su parte del montaje que por lo general se lo realiza con caucho constituye una importante apertura sobre la estructura frontal y es por lo tanto, difícil asegurar suficiente rigidez torsional en la estructura frontal contra esta carga.

<sup>2</sup> MAN. Prescripciones de montaje de carrocerías. pp. 54

### 2.1.5. Esqueleto posterior

El esqueleto de la parte posterior, igual que el de la parte delantero, contribuye considerablemente a la rigidez transversal de la carrocería. Este se debe reforzar con diagonales y esquinas con curvas. Reforzar los huecos necesarios como por ejemplo para el vidrio posterior, compuerta posterior, focos, etc., con encuadernamientos rígidos a la flexión.



**Figura 8:** Estructura Posterior

La estructura posterior está montada sobre el extremo del voladizo posterior del bastidor del chasis y está sujeta a la influencia de dos tipos de carga.

1. Una carga de combamiento debido a la carga útil que lleva el voladizo posterior.
2. Una carga torsional, como la estructura frontal, las cuales actúan alternativamente sobre los lados derechos e izquierdos del bus.

### 2.1.6. Pasos de ruedas

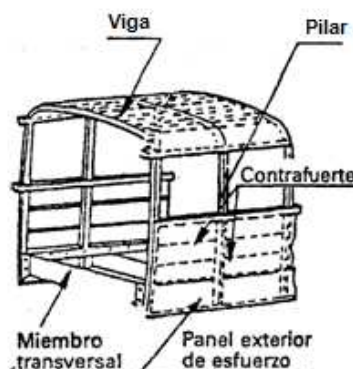
Los pasos de ruedas (guardafangos) y las escotaduras de las paredes laterales se deben construir de forma que garanticen el movimiento libre de la ruedas y eviten que las piedras, y el agua lanzados por los neumáticos durante la conducción dan en partes del chasis y también para prevenir que el polvo ingrese en el motor, suspensiones parciales y dobles de las ruedas delanteras (observar el tamaño y el tipo de ruedas).

## 2.2. Tipos de estructuras para carrocerías<sup>3</sup>

Las carrocerías pueden normalmente ser clasificadas de acuerdo a la parte de la estructura soporta la fuerza externa desde la superficie de rodamiento, mientras el vehículo está detenido o en operación.

### 2.2.1. Estructura de esfuerzo de recubrimiento externo

Los paneles exteriores son los principales elementos de la resistencia de la estructura de la carrocería. El tamaño de las aberturas en los paneles exteriores debe ser restringido a fin de asegurar la rigidez suficiente (Ej. El tamaño de las ventanas o puertas está limitado). Una gran cantidad de remaches usados en este tipo de construcción, desmerece la apariencia del vehículo.



**Figura 9:** Estructura de refuerzo del recubrimiento externo

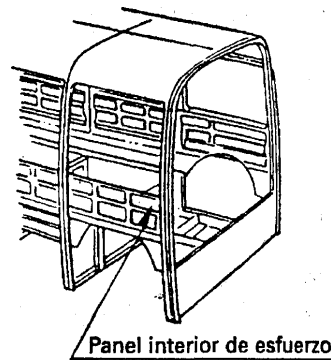
### 2.2.2. Estructura de esfuerzo de recubrimiento interno

Los paneles interiores son los principales elementos de la resistencia de la estructura de la carrocería.

Debido a que los elementos de la resistencia están en el interior de la carrocería, el exterior puede ser cubierto con paneles decorativos exteriores (plancha de bobina galvanizada de una sola hoja), dando a este tipo de carrocería la ventaja en su apariencia.

<sup>3</sup> HINO MOTORS. Manual para el montaje de carrocerías Ltd. pp.1-4

Los paneles interiores deben mantenerse para asegurar la rigidez suficiente, por lo que, este tipo de carrocería tiende a ser más pesada que las otras.

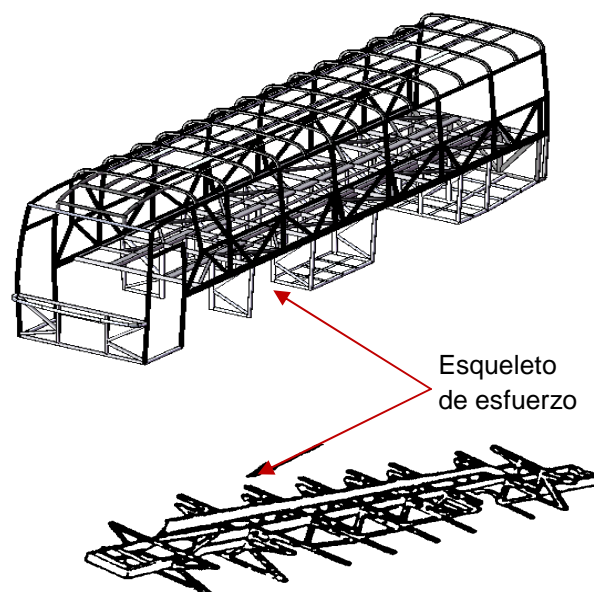


**Figura 10:** Estructura de esfuerzo del recubrimiento interno

### 2.2.3. Estructura de esqueleto

La resistencia y rigidez se debe a una integración entre el chasis y la estructura de la carrocería.

Este tipo de carrocería ofrece ventajas considerables y libertad en el diseño, apariencia de la carrocería. (La apariencia es limpia sin remaches en los paneles exteriores y las ventanas, puertas pueden hacerse más grandes).

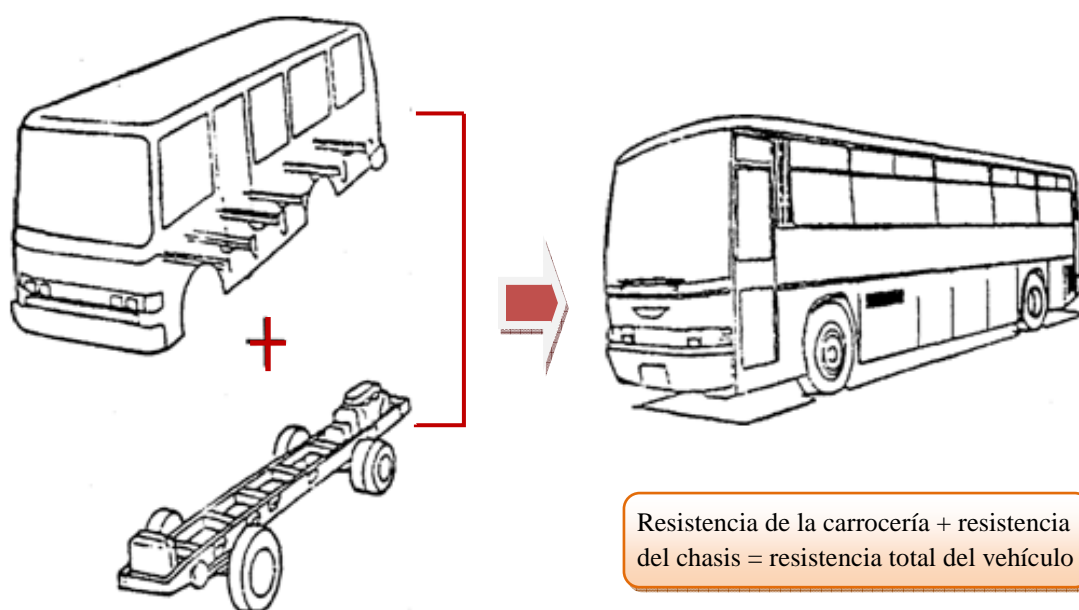


**Figura 11:** Estructura del esqueleto



### 2.3. Puntos básicos del montaje de la carrocería<sup>4</sup>

La carrocería estará construida de tal manera que el bastidor del chasis soportará solo parte de toda la carga, es decir la carga recibida por el vehículo es soportada en su mayoría por la estructura principal de la carrocería. Cabe señalar que el bastidor del chasis, es diseñado sobre el principio básico que la carrocería completa y el bastidor del chasis, formarán una estructura integral.



**Figura 12:** Resistencia total de todo el vehículo

#### 2.3.1. Método de la unión de la carrocería al bastidor del chasis.

En el proceso de montaje de la carrocería esta puede ser unida con el bastidor del chasis por medio de algunos métodos en la siguiente figura indica los métodos comúnmente usados para unir la estructura de la carrocería con el bastidor del chasis.

<sup>4</sup> HINO MOTORS. Manual para el montaje de carrocerías Ltd. pp. 1-4

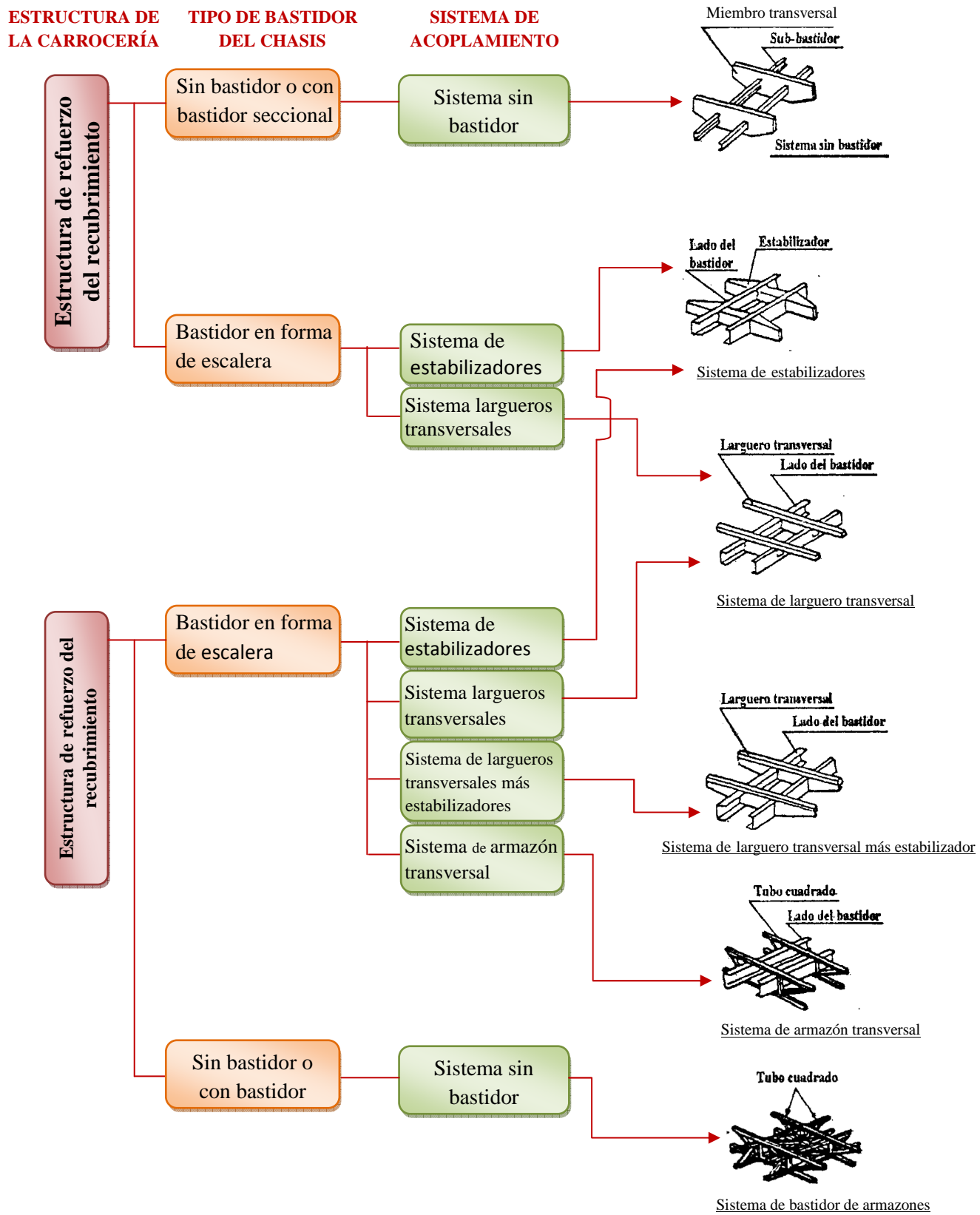
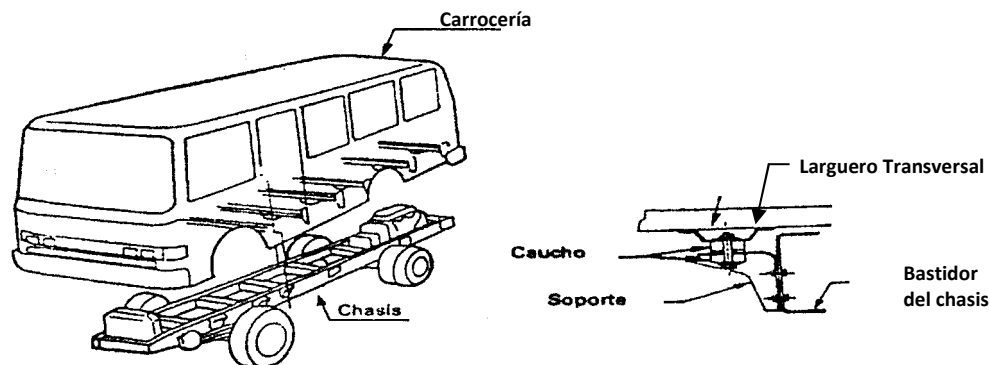


Figura 13: Métodos de unión de la carrocería al bastidor del chasis

Adicionalmente a estos métodos, existe también un sistema de montaje con caucho el cual se usa para minimizar la vibración y ruidos transmitidos desde el chasis hacia la carrocería cuando el vehículo esta en operación.



**Figura 14:** Sistema de montaje del chasis y la carrocería con caucho

La reducción de la dureza del caucho (rango de elasticidad) reduce el ruido en proporción directa, sin embargo, esto también reduce la durabilidad del caucho. El uso del caucho según lo descrito, cambia tanto la rigidez de la unión chasis – carrocería y las características de vibración de toda la carrocería, y afecta la resistencia de la carrocería y el confort durante el viaje en presencia de la vibración.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> HINO MOTORS. Manual para el montaje de carrocerías Ltd. pp. 2-4

## **2.4. Optimización de métodos y tiempos de trabajo de la empresa**

### **2.4.1. Fundamento teórico<sup>6</sup>**

Al proyectar o desarrollar un nuevo producto o servicio, casi siempre se considera el sistema o proceso que será necesario para fabricar el producto o realizar el servicio en esta fase se presenta la mayor oportunidad de estudiar el proceso para conseguir los mejores sistemas y métodos de producción. Sin embargo, la experiencia demuestra que no existe un método perfecto. En realidad siempre hay oportunidad de mejora. Además, las condiciones pueden variar, pues factores tales como volumen y calidad del producto, clase y precio de materias primas y disponibilidad de la Máquinaria, pueden llegar a ser diferentes de los que existían al iniciarse la producción.

Por ello, siempre se presenta oportunidades de mejorar procesos y métodos, incluyendo nuevos diseños del producto mismo y de sus componentes, así como la normalización y mejor utilización de las materias primas.

Para realizar una mejora del método hay que hacer un análisis del costo que implica hacer el cambio.

### **Búsqueda de posibles soluciones**

A fin de elegir una mejora del método preferible, deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Eliminar todo trabajo innecesario.
2. Cambiar operaciones o sus elementos.
3. Cambiar el orden de las operaciones.
4. Simplificar las operaciones necesarias.

---

<sup>6</sup> **KRICK**, Edgard V. Ingeniería de Métodos, México: Limusa, 1966. pp. 24,31.

### 2.4.2. Definición de métodos y tiempos

**Estudio de métodos:** Es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades con el fin de efectuar mejoras.

**Estudio de tiempos:** Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Se entiende por estudio del trabajo genéricamente ciertas técnicas y en particular el estudio de Métodos y la Medición del Trabajo que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada con el fin de efectuar mejoras como:

1. Desarrollar el método y el sistema más adecuado, con el menor costo.
2. Normalizar dicho sistemas y métodos.
3. Determinar el tiempo necesario para que una persona calificada y convenientemente adiestrada, realice cierta tarea u operación trabajando a marcha normal.
4. Ayudar al operario a adiestrarse siguiendo el mejor método.

Se puede resumir en estudio de métodos para hallar el mejor procedimiento de realizar el trabajo y en estudio de tiempos o medida de trabajo para determinar el tiempo tipo de una tarea concreta.

### 2.4.3. Ergonomía<sup>7</sup>

Se define como un cuerpo de conocimientos acerca de las habilidades humanas, sus limitaciones y características que son relevantes para el diseño

---

<sup>7</sup> [www.monografias.com](http://www.monografias.com) / ergonomía aplicada.

ergonómico, la aplicación de estos conocimientos sirven para el diseño de herramientas, máquinas, sistemas, tareas, trabajos y ambientes seguros, confortables y de uso humano efectivo.

La ergonomía tiene dos grandes ramas:

La primera se refiere a la ergonomía industrial, biomecánica ocupacional, que se concentra en los aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones.

Una segunda disciplina, algunas veces se refiere a los "Factores Humanos", que está orientada a los aspectos psicológicos del trabajo como la carga mental y la toma de decisiones.

Los siguientes puntos se encuentran entre los objetivos generales de la ergonomía:

- a) Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- b) Disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores.
- c) Aumento de la producción.
- d) Mejoramiento de la calidad del trabajo.
- e) Aplicación de las normas existentes.
- f) Disminución de la pérdida de materia prima.

- **Descripción del puesto de trabajo**

El ambiente de trabajo se caracteriza por la interacción entre los siguientes elementos:

- a) *El trabajador* con los atributos de estatura, anchuras, fuerza, rangos de movimiento, intelecto, educación, expectativas y otras características físicas y mentales.
- b) *El puesto de trabajo* que comprende: las herramientas, mobiliario, paneles de indicadores y controles y otros objetos de trabajo.

- c) *El ambiente de trabajo* que comprende la temperatura, iluminación, ruido, vibraciones y otras cualidades atmosféricas.

La interacción de estos aspectos determina la manera por la cual se desempeña una tarea y de sus demandas físicas.

- **Dimensión, forma y características de los puestos de trabajo<sup>8</sup>**

La dimensión, forma y características del puesto de trabajo así como las herramientas y elementos empleados por una persona debe ser diseñadas para la forma y tamaño del cuerpo de una persona.

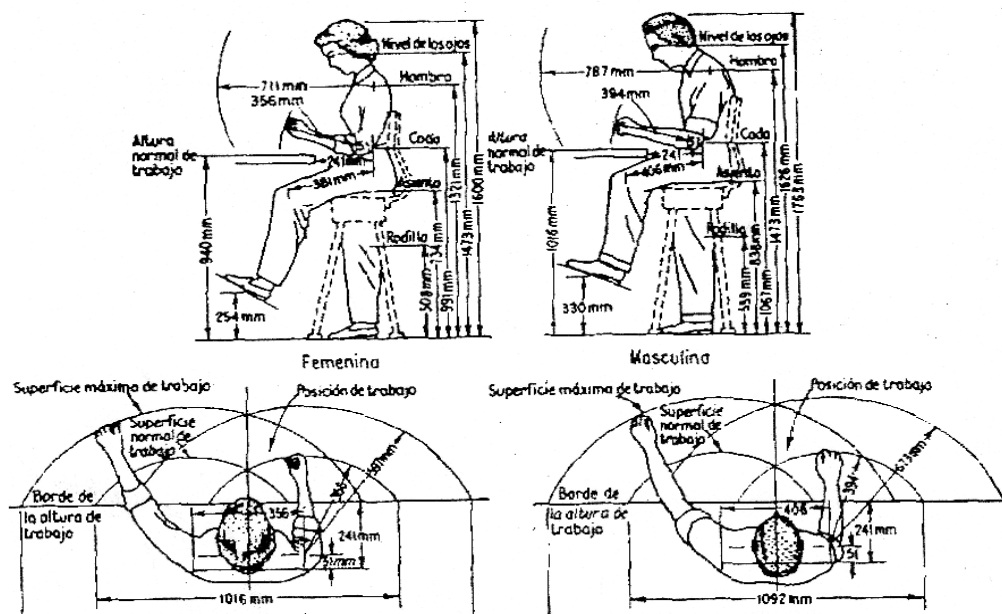


Figura 15: Dimensiones de los puestos de trabajo

- **Factores del riesgo de trabajo<sup>9</sup>**

Ciertas características del ambiente de trabajo se han asociado con lesiones, estas características se le llaman factores de riesgo de trabajo e incluyen:

<sup>8</sup> KRICK EDGARD V. Ingeniería de Métodos, México: Limusa, 1966. pp. 38,44.

<sup>9</sup> [www.monografías.com/ergonomía aplicada](http://www.monografías.com/ergonomía-aplicada)

***Características físicas de la tarea (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral).***

*Posturas.*- Es la posición que el cuerpo adopta al desempeñar un trabajo. La postura agachada se asocia con un aumento en el riesgo de lesiones.

*Fuerza.*- Las tareas que requieren fuerza pueden verse como el efecto de una extensión sobre los tejidos internos del cuerpo

*Repeticiones.*- La repetición es la cuantificación del tiempo de una fuerza similar desempeñada durante una tarea

*Velocidad/aceleración.*- La velocidad angular es la rapidez de las partes del cuerpo en movimiento.

*Duración.*- Es la cuantificación del tiempo de exposición al factor de riesgo

*Tiempo de recuperación.*-Es la cuantificación del tiempo de descanso, desempeñando una actividad de bajo estrés o de una actividad que lo haga otra parte del cuerpo descansada.

*Vibración por segmentos.*- La vibración puede causar una insuficiencia vascular de la mano y dedos.

***Características ambientales (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral).***

*Estrés por el calor.*- El estrés al calor es la carga corporal a la que el cuerpo debe adaptarse.

*Estrés por el frío.*- Es la exposición del cuerpo al frío.



*Vibración hacia el cuerpo.*- La exposición de todo el cuerpo a la vibración, normalmente a los pies, glúteos al manejar un vehículo da como resultado riesgos de trabajo.

*Iluminación.*- Con la industrialización, la iluminación ha tomado importancia para que se tengan niveles de iluminación adecuados.

*Ruido.*- El ruido es un sonido no deseado.

- **Estimación del puesto de trabajo para las condiciones de riesgo ergonómico**

Esta evaluación se da en dos pasos:

- 1. Identificación de los riesgos ergonómicos.**- Existen varios enfoques que pueden ser aplicados para identificar la existencia de riesgos ergonómicos.

Los enfoques para identificar las condiciones de riesgos ergonómicos se incluyen:

- Revisión de las normas de Higiene y seguridad
- Análisis de la investigación de los síntomas; como el dolor de cuello, hombros, codos y muñeca.
- Entrevista con los trabajadores, supervisores. Preguntas acerca del proceso de trabajo (¿qué?, ¿Cómo? y ¿Porque?) que pueden revelar la presencia de factores de riesgo.
- Facilidades alrededor del trabajo como los movimientos o el caminar. Con el conocimiento del proceso y los esquemas de trabajo.

- 2. Cuantificación de los riesgos ergonómicos.**- Cuando la presencia de riesgos ergonómicos se ha establecido, el grado de riesgo asociado con todos los factores debe ser evaluado. Para esto, es necesario la aplicación de herramientas analíticas de ergonomía y el uso de guías específicas.

## 2.4.4. Definición de los diagramas a utilizar





















### a) Diagrama de proceso

Sirve para recoger un proceso en forma resumida a fin de adquirir un conocimiento superior del mismo y poder mejorar. Representan gráficamente las fases que atraviesan la ejecución del trabajo. El diagrama se inicia con la entrada de la materia prima en la fábrica, siguiéndola a través de todas las fases, tales como transporte, inspección, operación y montaje, hasta que quede convertida en una unidad terminada.

Este diagrama nos sirve para encontrar la posibilidad de eliminar totalmente ciertas operaciones o ciertas partes de una operación, obtener un recorrido mejor para los materiales, usar máquinas más económicas, eliminar esperas entre operaciones y obtener un mejor producto a un costo más bajo.

El diagrama del proceso puede mostrar el orden de las actividades de una persona, o señalar las fases que atraviesa el producto, pero no debe combinarse los dos tipos; el diagrama de proceso puede ser de tipo producto o de tipo hombre.

### Símbolos empleados.<sup>10</sup>

<b>OPERACIÓN</b>  Un círculo grande indica una operación, como →	 Martillar	 Mezclar	 Taladrar o barnear
<b>TRANSPORTE</b>  Una flecha indica un transporte, como →	 Mover material en vehículo	 Mover material por banda transportadora	 Mover material cargado (mensajero)
<b>ALMACENAMIENTO</b>  Un triángulo indica un almacenamiento, como →	 Materia prima almacenada a granel	 Producto terminado en latinas	 Archivo de documentos
<b>DEMORA</b>  Una letra D mayúscula indica una demora, como →	 Esperar al elevador	 Material en espera de procesado	 Documentos en espera para archivarlos
<b>INSPECCIÓN</b>  Un cuadrado indica una inspección, como →	 Examinar calidad y cantidad de material	 Lectura de niveles en cisterna	 Examinar información en forma impresa

**Figura 16:** Conjunto estándar de símbolos para diagramas de proceso según ASME.

<sup>10</sup> **VELASCO SÁNCHEZ JUAN**, Organización de la Producción, Distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos. Madrid: Pirámide, 2007. pp. 28,30.

**a) Diagrama de recorrido.**

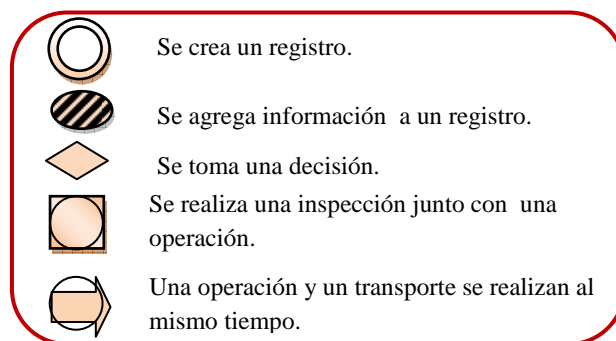
A veces se obtiene una visión mejor del proceso dibujando las líneas de recorrido en un esquema del edificio o zona en el que tiene lugar el proceso. En este plano se dibuja líneas que representan el camino recorrido y se insertan los símbolos del diagrama del proceso para indicar lo que se está haciendo, incluyendo breves anotaciones que amplían su significado. En ocasiones ambos diagramas, el de proceso y el de recorrido, son necesarios para ver con claridad las fases seguidas en el proceso de fabricación.

Estos diagramas de recorrido nos sirven para poder mejorar o cambiar la distribución de las máquinas, puestos de trabajo, almacenes y oficinas para obtener un menor tiempo de producción o una mejor distribución del trabajo.

**b) Diagrama de flujo del proceso**

Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o a una sucesión de trabajo. Este diagrama es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta.



**Figura 17:** Símbolos no estándar para diagramas de proceso.<sup>11</sup>

### b) Gráficas de Gantt<sup>12</sup>

Las gráficas de Gantt es un programa detallado para centros de trabajo sin los tiempos de movimientos y en fila. Los sistemas de muchas empresas hacen esto. El enfoque es un tablero de programa con soportes para sujetar pedazos de papel. Cada papel es un trabajo y su longitud representa el tiempo de preparación mas el tiempo de operación.

El principal problema con este tipo de sistema es la actualización. Los datos reales deben ser capturados e integrarse en un ciclo continuo de replanteamiento. Además, se requiere un medio de comunicación con la línea de producción ya que los tableros de programa están ubicados en las oficinas de planeación.

### c) Diagramas PERT/CPM

La red de un proceso productivo es una representación grafica que utiliza flechas para indicar cada una de las actividades; y círculos, para indicar eventos de iniciación y terminación de actividades. La flecha que representa una actividad, deberá estar orientada en el sentido de avance del proceso; su longitud puede ser cualquiera, no siendo indicación de su tiempo de duración.

<sup>11</sup> **JUAN VELASCO SÁNCHEZ**, Organización de la Producción. Distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos. Ediciones Pirámide Madrid. 2007. 36,41.

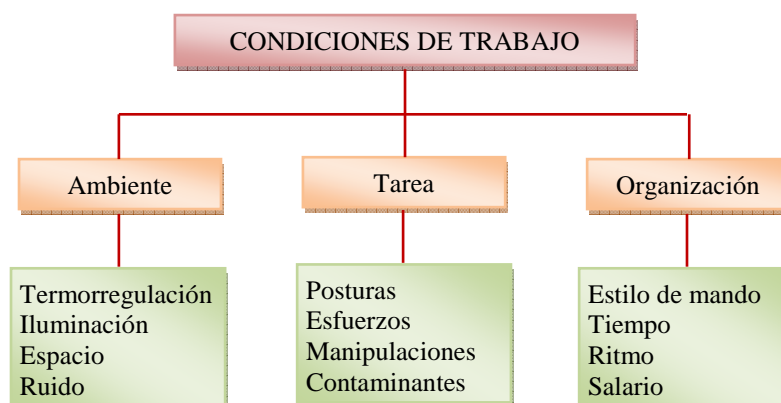
<sup>12</sup> **VOLLMANN, BERRY WHYBARK JACOBS**, Planeación y control de la producción, Quinta edición; pp. 399-405

Todas las flechas se iniciaran en círculos y terminaran en círculos que representan el evento de iniciación y de terminación de una actividad. El evento de terminación de una actividad, será evento de iniciación de la actividad siguiente.

**Ruta crítica.-** Es un camino que va desde la iniciación más próxima hasta la más alejada y que esta constituida exclusivamente por actividades criticas. Estas actividades, son representadas en el diagrama con una línea más gruesa. Su trayectoria forma la ruta crítica de actividades.

## 2.5. Condiciones de trabajo<sup>13</sup>

Las actualizaciones constantes de la mecanización del trabajo, los cambios de ritmo, de producción, los horarios, las tecnologías, aptitudes personales, etc, generan una serie de condiciones que pueden afectar a la salud, son las denominadas, condiciones de trabajo, a las que podemos definir como, el conjunto de variables que delimitan la realización de una operación en un entorno determinando la salud del trabajador en función de tres variables: física, psicológica y social.



**Figura 18:** Condiciones de trabajo.

**Ambiente físico de trabajo:** Son los factores que influyen en el ambiente natural del trabajo, y que aparecen de la misma forma o modificada por el proceso de producción, que puede repercutir negativamente en la salud.

<sup>13</sup> [www.ugt.es](http://www.ugt.es).

**2.5.1. Ruido y vibraciones:** Una de las causas de la fatiga y disminución del rendimiento son los ruidos excesivos y vibraciones que afectan al oído llegando a producir sordera progresiva a los trabajadores originando una disminución de la eficiencia humana, tanto en el trabajo intelectual como en el manual.

La legislación recomienda tener presentes, los ruidos continuos de más de 90 dBA como posibles causantes de “enfermedad profesional” y los ruidos de impacto o ruidos instantáneos de más de 130 dBA como causa de “accidentes auditivos”; para los que es obligatorio adoptar medidas preventivas del tipo de:

**TABLA I: Niveles de ruido y actuaciones a realizar**

NIVELES	ACTUACIONES A REALIZAR
Inferior a 80 dBA De 80 a 85 dBA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es necesario realizar actuaciones.</li> <li>• Formación e información a los trabajadores.</li> <li>• Evaluación y control médico.</li> <li>• Evaluación de los riesgos cada 3 años.</li> <li>• Suministrar protectores auditivos a los trabajadores que lo soliciten.</li> </ul>
De 85 a 90 dBA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información a los trabajadores.</li> <li>• Evaluación de exposición a riesgos anual.</li> <li>• Suministrar protectores auditivos a todo el personal.</li> <li>• Control médico cada 3 años.</li> </ul>
De 90 a 130 dBA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información a los trabajadores.</li> <li>• Evaluación anual de exposición a riesgos.</li> <li>• Uso obligatorio de protectores auditivos.</li> <li>• Señalización obligatoria de lugares con mayor riesgo.</li> <li>• Control médico anual.</li> </ul>

**2.5.2. Ventilación:** Se ha comprobado experimentalmente que las necesidades de oxígeno para la respiración humana aumenta casi proporcionalmente al aumento de trabajo.

Con este fin se debe dotar de un ambiente de trabajo fluido y libre, sino es así debe ser forzado por ventiladores y extractores de aire.

**2.5.3. Calefacción:** Mejora las condiciones de trabajo eliminando el frío por medio de la calefacción así como se reducen las bajas por enfermedad y mantiene el rendimiento de trabajo óptimos, las temperaturas más adecuadas son:

Trabajo sedentario 18 °C

Trabajo moderado 15 °C

Trabajo Intenso 13 °C

**2.5.4. Iluminación:** La iluminación es un factor que condiciona la calidad de vida, y determina las condiciones de trabajo en que se desarrolla la actividad laboral, y sin embargo, a menudo no se le da la importancia que tiene.

Para conseguir una iluminación correcta se deben tener en cuenta algunos requisitos, el objetivo principal que se debe alcanzar es que la cantidad de energía luminosa que llegue al plano de trabajo, sea la adecuada para la consecución del mismo, si no es imposible cubrir la iluminación naturalmente, se recurre a la luz artificial mediante reflectores que compensen a la luz natural.

**2.5.5. Carga de trabajo:** Se puede definir la carga de trabajo como el conjunto de obligaciones psicofísicas, a las que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral.

La consecuencia de una excesiva carga de trabajo es la fatiga, que puede definirse como la disminución de la capacidad física y mental de un trabajador, después de haber realizado una actividad durante un período de tiempo.

**2.5.6. Manipulación manual de cargas:** El manipular una carga sin seguir los pasos correctamente, puede traer consecuencias de tipo:

- Fatiga física y mental.
- Lesiones: Cortes, heridas, fracturas, hernias inguinales, lesiones musculares.
- Alcance: Lesiones no mortales pero de larga duración.

## **2.6. Distribución de la Planta**<sup>14</sup>

Es el proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente. Esta ordenación incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de la empresa.

### **2.6.1. Tipos de distribución en planta**

Es evidente que la forma de organización del proceso productivo, resulta determinante para la elección del tipo de distribución en planta. Suelen identificarse tres formas básicas como son:

#### **a) Distribución en planta por producto** (Producción en Línea o en Cadena).

Es la adoptada cuando la producción está organizada, bien de forma continua o de forma repetitiva. Si se considera en exclusiva la secuencia de operaciones, la distribución es relativamente sencilla, pues se trata de colocar cada operación tan cerca como sea posible de su predecesora.

#### **b) Distribución en planta por proceso**

Se adopta cuando la producción se organiza por lotes. El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones. Algunas de sus ventajas son: flexibilidad en el proceso vía versatilidad de equipos y personal calificado, menores inversiones en equipo, mayor fiabilidad y la diversidad de tareas asignadas a los trabajadores reduce la insatisfacción y desmotivación de la mano de obra.

---

<sup>14</sup> [www.monografias.com](http://www.monografias.com) / Distribución de una planta de producción



### c) **Distribución en planta por posición fija**

Este tipo de distribución es apropiada cuando no es posible mover el producto debido a su peso, tamaño, forma, volumen o alguna característica particular que lo impida. Esta situación ocasiona que el material base o principal componente del producto final permanezca inmóvil en una posición determinada, de forma que los elementos que sufren los desplazamientos son: el personal, la Máquinaria, las herramientas y los diversos materiales que no son necesarios en la elaboración del producto.

## **2.7. Planificación y control de la producción**<sup>15</sup>

### **2.7.1. Planificación de la producción**

La planificación tiene por objetivo administrar con eficiencia el flujo de materiales, la utilización del personal, el uso de los equipos (máquinas) y responder a los requerimientos de los clientes utilizando la capacidad de los proveedores, de las instalaciones internas y (en algunos casos) la de los propios clientes para cumplir la demanda del cliente. Actividades secundarias importantes involucran la adquisición de información de los clientes sobre las necesidades del producto y proveerlos con información sobre fechas de entrega y estatus del producto.

La planificación suministra la información con base en la cuál los gerentes toman distinciones efectivas. Con la planificación no se toma decisiones ni se administra las operaciones, los gerentes realizan estas actividades. La planeación provee el apoyo para que lo hagan con sabiduría.

---

<sup>15</sup> **VOLLMANN, BERRY WHYBARK JACOBS**, Planeación y control de la producción, Quinta edición; pp. 64,357,393-396.

### **2.7.2. Control de la producción.**

El control de las actividades de producción, cubre los conceptos básicos de piso, incluyendo los elementos del tiempo de entrega, los cuadros de retraso de operaciones y la administración de los tiempos de entrega. Examina tres enfoques para el control. El primero, las de Gantt, suministra la comprensión gráfica del problema del control; además, los modelos de gráficas de Gantt pueden ser utilizados en sistemas manuales de control de la línea de producción. El segundo enfoque está basado en las reglas de secuencias por prioridad. El tercer enfoque al control, la programación por teoría de restricciones, involucra la preparación del programa exacto de trabajo que no son cuellos de botella con una regla de secuenciación por prioridades. Después se analiza la programación de proveedores, donde los conceptos se aplican a las operaciones de los proveedores.

## **2.8. Capacitación y adiestramiento del personal<sup>16</sup>**

Es un proceso educativo a corto plazo, aplicado de manera sistemática y organizada, mediante el cual las personas aprenden conocimientos, actitudes y habilidades, en función de objetivos definidos. El adiestramiento implica la transmisión de conocimientos específicos relativos al trabajo, actitudes frente a aspectos de la organización, de la tarea y del ambiente, y desarrollo de habilidades. Cualquier tarea, ya sea compleja o sencilla, implica necesariamente estos tres aspectos.

### **2.8.1. Técnicas de capacitación**

Una vez determinada la naturaleza de las habilidades y los conocimientos o comportamientos terminales buscados con la capacitación, el siguiente paso es elegir las técnicas que van a utilizarse en el programa de la capacitación, con el fin de

---

<sup>16</sup> **CHIAVENATO IDALBERTO**, Administración de recursos humanos, Quinta edición; pp. 557, 573-575.

optimizar el aprendizaje, es decir, alcanzar el mayor volumen de aprendizaje con la menor inversión de esfuerzo, tiempo y dinero. Estas técnicas se clasifican en:

- Técnicas de entrenamiento en cuanto al uso
- Técnicas de entrenamiento en cuanto al tiempo
- Técnicas de entrenamiento en cuanto al lugar de aplicación

## **2.9. Costos y sus aplicaciones<sup>17</sup>**

### **2.9.1 Definición**

Es la técnica especializada de la contabilidad que utiliza métodos y procedimientos apropiados para registrar, resumir e interpretar las operaciones relacionadas con los costos que se requieren para elaborar un artículo, prestar un servicio, o los procesos.

### **2.9.2 Importancia**

La contabilidad de costos posee una gran relevancia en todas las empresas ya que forma parte importante durante la planificación estratégica de los negocios a concretar.

### **2.9.3 El Costo y el Gasto**

En una empresa industrial podemos distinguir tres funciones básicas:

- Fabricación
- Ventas
- Administración

---

<sup>17</sup> NARANJO SALGUERO E. Contabilidad de Costos Bancaria y Gubernamental. Quito: Dimaxi, 1998; pp.15,23

**Costo.-** Es el conjunto de valores que se aplican en la elaboración del producto. El costo tiene la característica de ser recuperable, puesto que si lo trasladamos el concepto a la compra de materias primas, mano de obra y otros desembolsos que se lo suman al producto terminado, se los puede recuperar en su valor.

**Gasto.-** Es todo desembolso monetario no recuperable, pero destinado a conseguir rentas como consecuencia de dicha erogación. Todo gasto disminuye las utilidades sean en efectivo o a crédito.

**Diferencia.-** El costo es una inversión y es recuperable, pero el gasto se consume y no es recuperable.

#### 2.9.4 Costo de Producción

También llamado costo de manufactura

***Costo de producción = Costo Directo + Costo Indirecto***

**Costo Directo.-** Es aquel que corresponde concretamente a la fabricación de un producto.

***Costo Directo = Materia prima directa + Mano de obra directa***

***Materiales directo.-*** representa el costo de los materiales que pueden ser identificados, cuantificados (medio) y valorizados exactamente en una unidad de producto terminado, o en un servicio prestado.

***Mano de obra directa.-*** son los salarios y prestaciones y demás pagos que las empresas hacen por los operarios que realizan labores reales o propias de producción, o de prestación de servicios.

**Costos Indirectos.-** llamados también carga Fabril, o gastos generales de fabricación, son aquellos que no se puede identificar, en la mayoría de las veces, ni

cuantificar y valorizar exactamente en una unidad de producto terminado o en un servicio prestado, y entrar a formar parte del costo del producto en forma de prorrateo.<sup>18</sup>

***Costo de materiales indirectos.-*** son aquellos que no se puede identificar algunas veces, ni cuantificar exactamente en una unidad producida o en un servicio prestado. Por ejemplo la lija, la pintura, la laca, etc.

***Costo de mano de obra indirecta.-*** son salarios, prestaciones y demás pagos que se hacen por el jefe de planta, el contador de costos, las secretarias de planta, el mensajero de la planta, los supervisores, etc.

***Otros costos indirectos.-*** servicios públicos de la planta (energía eléctrica, agua y teléfono), depreciaciones de la planta (maquinaria, edificio, muebles y encerados, vehículos), seguros de planta, arrendamientos, amortizaciones, impuestos de la planta, mantenimientos (correctivos y preventivos).

***Costo Directo = Materia prima directa + Mano de obra directa***

---

<sup>18</sup> MOLINA ANTONIO, Contabilidad de Costos, Cuarta edición. Quito: 2007. pp. 91-92

## CAPÍTULO III

### 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VARMA S.A.

#### 3.1. Reseña Histórica<sup>19</sup>

En el mes de Abril de 1964, Carrocerías Varma, construye un galpón de 10m. de ancho. \* 30m. de largo, ubicado en las calles Pichincha y Av. De los Incas, local arrendado, aquí inicia la construcción de furgones y carrocerías. El furgón de Molinos Poultier, fue el primer trabajo que tuvo “VARMA”, el cual soportó carga por el espacio de 30 años.

En este primer local, se desarrollaron proyectos importantes que les sirvieron posteriormente, al trasladarse a su segundo lugar de trabajo que se encontraba ubicado en la Av. Atahualpa (Panamericana Sur Km. 2), el 31 de Diciembre de 1969.

Desde el mes de Enero de 1970, se mantuvieron con un galpón de 2700 m<sup>2</sup>, para después ampliar sus instalaciones mientras mejoraba su situación económica. En la década de los 70's, llegaron a ocupar un área de 6000 m<sup>2</sup> cubiertos y producían hasta 30 carrocerías al mes.

A mediados de 1995, concretan una alianza estratégica con SCANIA de Brasil, quienes enviaron a sus ingenieros para supervisar la nueva estructura de la carrocería, esta vez con perfiles cuadrados y rectangulares. Adicionales a los que ya se conocían: OMEGAS, U, G, Z y otros. En Junio de 1996, empresa fue homologada por SCANIA LATINOAMERICA.

---

<sup>19</sup> VARMA S.A. Manual de calidad de la Empresa. Ambato: 2009

En el año 2003, firman un convenio con supermercados La Favorita C. A. y Carrocerías VARMA desocupa los galpones de la Av. Atahualpa y Víctor Hugo, para trasladarse al sector de Izamba, en donde disponen de un galpón muy bien equipado.

En la actualidad, VARMA S.A. posee área cubierta de 6000 m<sup>2</sup> y la planta de producción que incluye cámara de pintura y horno, parqueadero y patio de maniobras; VARMA S. A. está reconocida por los municipios de Cuenca, Quito y Loja. La marca está patentada y tiene protección legal del modelo Intercity, Citybus, Citycenter, Cityclass, Aventura y los logotipos que los distingue.

### **3.2. Base Legal**

**Razón Social:** Vargas Mayorga Luis

**Tipo de Empresa:** Familiar.

**Reconocimiento Legal:** Sociedad Anónima.

**Representante Legal:** Sr. Luis Vargas.

**Ruc:** 1890142296001

**Actividad Económica:** Fabricación de Carrocerías.

#### **3.2.1. Ubicación de la Empresa:**

**País:** Ecuador

**Provincia:** Tungurahua

**Ciudad:** Ambato

**Parroquia:** Izamba

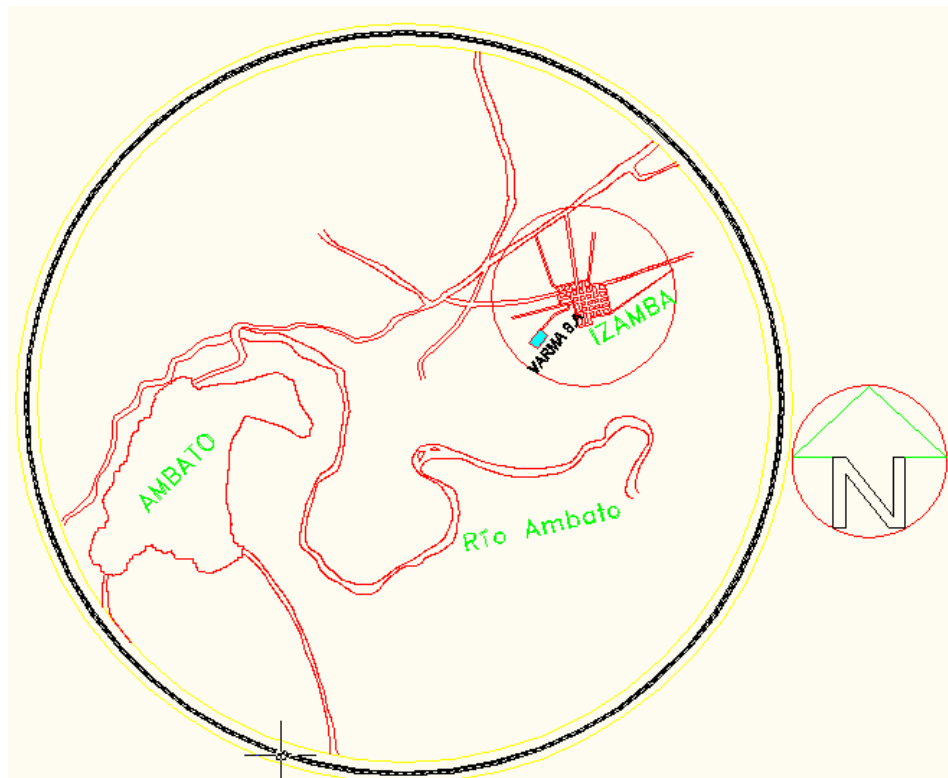
**Dirección:** Sector Lungua

**Teléfonos:** (593-3) 2854422 – 2854708 – 2450599 - 2450496

**Fax:** 2450496

**Página Web:** [www.carroceríasvarma.com.ec](http://www.carroceríasvarma.com.ec)

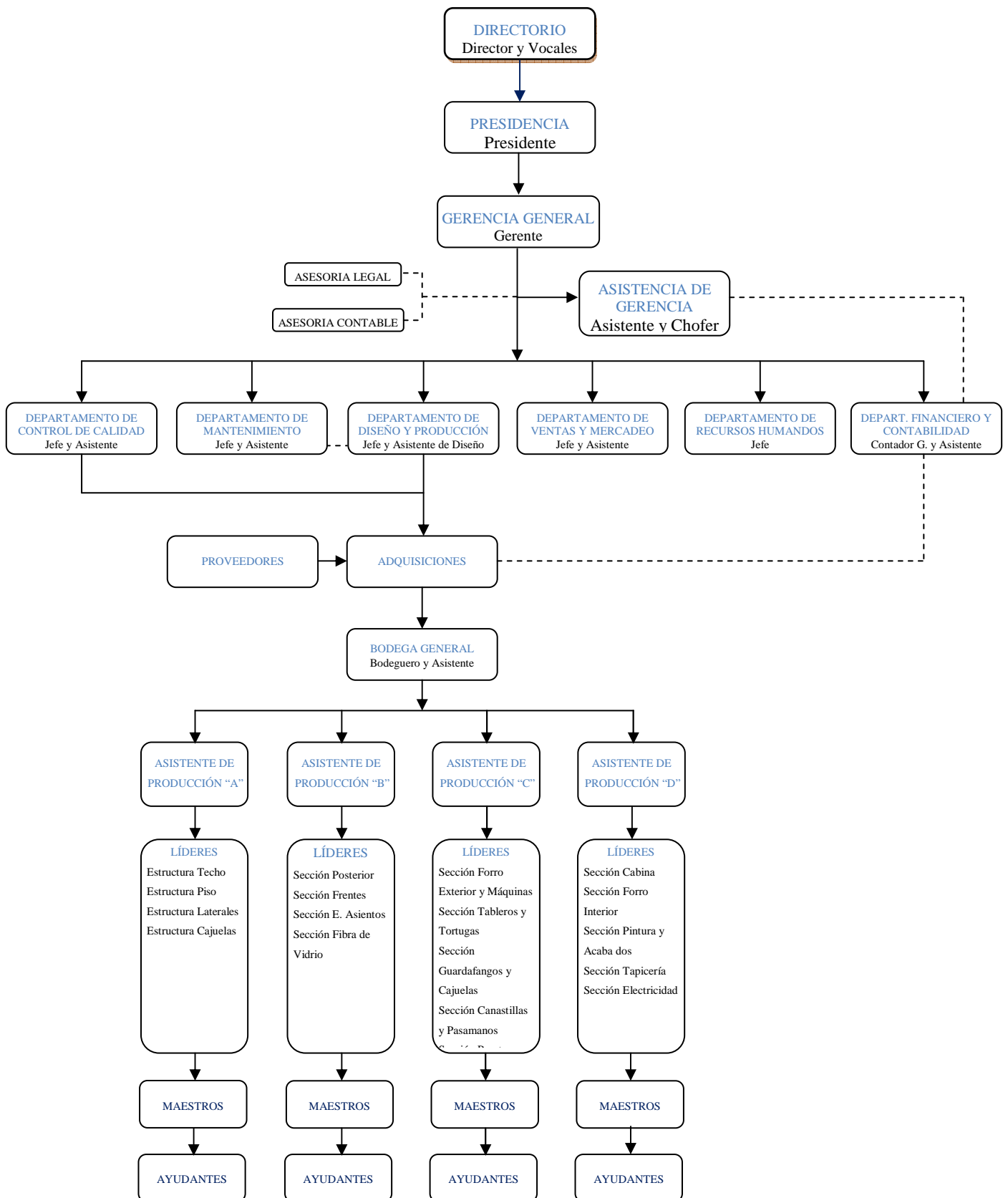
## Ubicación Geográfica



**Figura 19:** Ubicación Geográfica



### 3.3. Estructura Administrativa.



**Figura 20:** Estructura administrativa

### 3.3.1. Estructura Funcional.

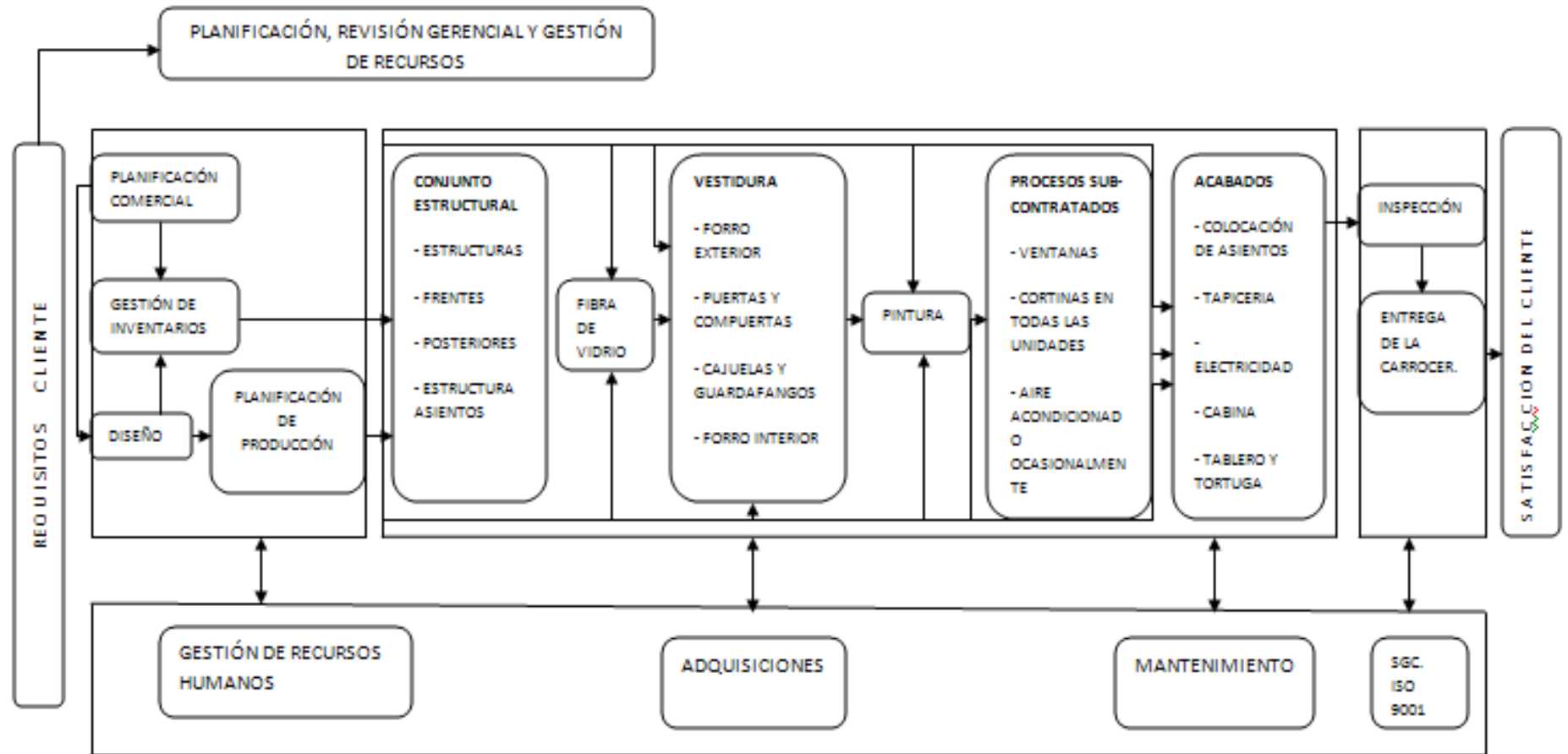


Figura 21: Estructura Funcional

### 3.4. Misión

- “Ser los primeros ya que de nosotros depende que el futuro del transporte tenga la tecnología y seguridad más avanzada a nivel mundial.”
- “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.”

### 3.5. Visión

- “Ser reconocidos internacionalmente: Exportando nuestros productos, persiguiendo incansablemente los más altos estándares de calidad.”
- “Ser protagonistas del cambio: Haciendo del transporte masivo, un nuevo concepto de seguridad y lujo.”
- “Crear 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, entusiasmo a nivel industrial y social.”

### 3.6. Productos que Elaboran.<sup>20</sup>

VARMA S.A, es una empresa que diseña y fabrica carrocerías para autobuses con una amplia gama de modelos, satisfaciendo las necesidades y requerimientos del mercado, tomando en cuenta la superficie geográfica del país y la situación económica de los habitantes, cuenta con modelos de carrocerías para las siguientes necesidades:

---

<sup>20</sup> Departamento de diseño y producción Varma S.A.

- **Interprovincial.**



Foto 1. Bus Interprovincial

- **Urbanos (Bus Tipo)**



Foto 2. Bus Urbano

- **Turismo.**



Foto 3. Bus Turismo

- **Escolares.**



Foto 4. Bus Escolar

- **Especiales**



Foto 5. Bus Especial

### 3.6.1. Características de las carrocerías

#### Datos Históricos de Producción<sup>21</sup>

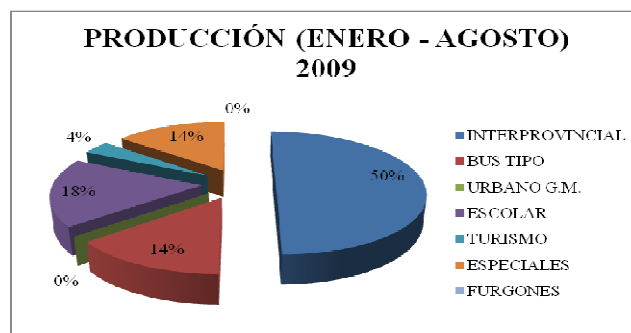
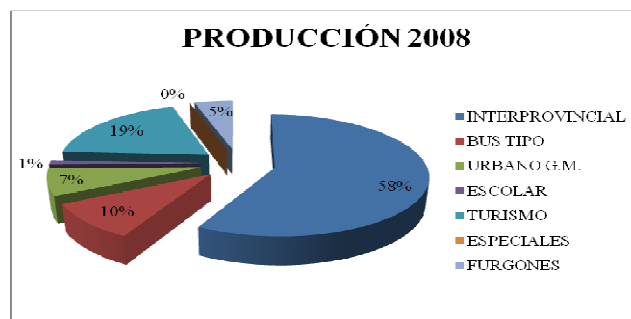
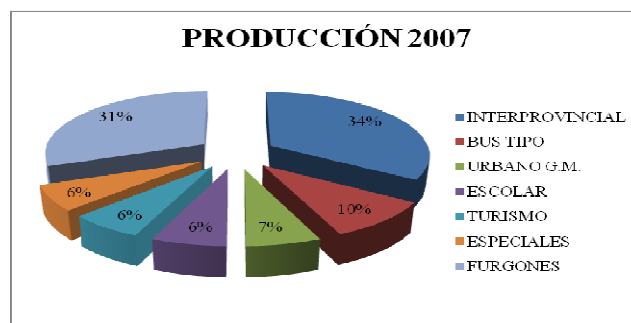
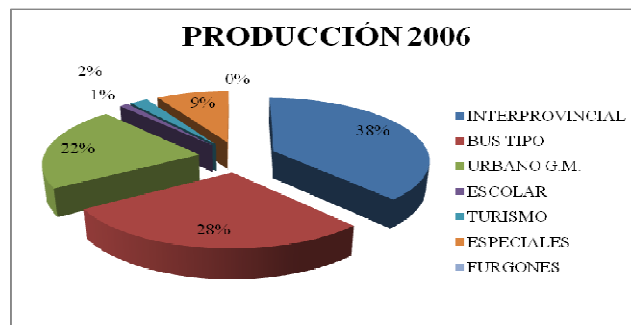


Figura 22. Porcentajes de producción

<sup>21</sup>Datos estadísticos del Departamento de Diseño y producción

De acuerdo a los datos estadísticos de la producción los productos de mayor demanda son:

- Carrocería Interprovincial (Intercity Premier)
- Carrocería Urbano (City Premier)

### Características de los dos modelos de carrocería<sup>22</sup>

#### Carrocerías Varma S.A. 2009

**Chasis:** Hino FG

**Orden Producción:** 2560

**Modelo:** Intercity Premier

**Capacidad:** 43 pasajeros



Foto 6. Intercity Premier

#### Carrocerías Varma S.A. 2009

**Chasis:** Volkswagen

**Orden Producción:** 2565

**Modelo:** City Premier

**Capacidad:** 45 pasajeros



Foto 7. City Premier

Para la fabricación de las carrocerías se utilizan las mejores materias primas existentes en el mercado ofreciendo así:

### Seguridad

La empresa siempre se ha preocupado por la seguridad del pasajero, con una estructura reforzada, lo que se diferencia del resto de competidores.

### Calidad

Carrocerías Varma S.A. fabrica el producto cumpliendo con las normas y estándares de calidad utilizando excelentes materiales entre ellos:

<sup>22</sup> Datos del departamento de diseño y producción Varma S.A.

*Materiales Galvanizados:*

En plancha y bobina, en interiores y exteriores perfiles tubulares, en estructura.

*Materiales de seguridad:*

Vidrio templado de 6 mm, en colores claro y gris, parabrisas micados.

*Protección Anticorrosiva:*

Fondo anticorrosivo en todos y cada uno de los componentes metálicos.

**Comodidad**

La carrocería se ha diseñado pensando en la comodidad del pasajero tomando en cuenta las necesidades requeridas al viajar de un lugar al otro como son: mayor espacio entre los asientos (asiento de tres puntos tipo cama), mejor acabado interior, la iluminación interna adecuada (luz de lectura, Luz de conductor, luz de viaje y otras que dan mejor ambientación en la misma).

**Rentabilidad**

Las garantías que se brindan al elaborar una nueva carrocería con estructura liviana permiten una mayor rapidez en el transporte como también menor gasto en continuas reparaciones.

**3.6.2. Características técnicas de las carrocerías****Carrocería**

- La estructura es semicompacta resistente en perfil tubular galvanizada.
- Piso de tablero marino impermeabilizado.
- Revestimiento exterior (techo y laterales) en bobinas de acero galvanizado, frente y respaldo en fibra de vidrio.
- Guardachoque delantero en fibra de vidrio y estructura de perfil tubular de acero negro.
- Guardachoque posterior de acero negro.

### **Protección anticorrosiva y pintura**

- Pintado de estructura, forros exteriores e interiores en anticorrosivo.
- Protección de bajos.
- Pintura de fondo en acrílico.

### **Puertas y bodegas**

- Puertas de acceso principal: plegable, abatible (con accionamiento neumático)
- Compuerta de bodega posterior pasante, pantográfica con amortiguadores y bloqueo.
- Compuerta lateral izquierda y derecho pantográfica con amortiguadores y bloqueo
- Compuerta de la cajuela de las baterías con amortiguadores sin bloqueo.

### **Cristales**

- Parabrisas panorámicos templados (frontal y posterior).
- Ventanas laterales con cristales templados bronce y claros.
- Limpiaparabrisas eléctricos.
- Brazos y plumas limpiaparabrisas.

### **Habitáculo del chofer y pasajero**

- Asiento de conductor deslizable, tejido y forrado.
- Tablero en fibra de vidrio, consola en fibra de vidrio con rotulación del destino y parasol
- Espejos, retrovisores exteriores e interiores.
- Luz de salón en el techo (intermedio).
- Canastillas con luz de lectura individual y pasamanos.
- Iluminación incandescente con luz de penumbra integrada.
- Forrado interior en chapa de acero galvanizado recubierto de corosil.
- Protección de gradas de acceso en aluminio corrugado y perfil en plástico.
- Claraboya en techo.



## **Iluminación**

- Iluminación estándar acorde a las normas de tránsito
- Acceso principal iluminado con fluorescente
- Bodegas iluminadas.

## **Opcionales**

- Puerta principal basculante (con accionamiento neumático) y pantográfica.
- División entre los pasajeros y el chofer en acero tubular, madera forrado con corosil, con protección de vidrio de seguridad puerta plegable con accionamiento neumático.
- Amplificador.
- Inversor.
- Canastillas con luces de salón, luz de lectura individual y pasamanos.

### **3.7. Análisis de la producción**

La empresa está basada en una secuencia de procesos no muy bien definido pero que representa el menor tiempo de construcción de las carrocerías interprovincial y bus-tipo, en donde realizaremos su respectivo análisis detallado de cómo trabaja en sus diferentes secciones y durante el proceso de la línea de producción.

#### **3.7.1. Descripción general del proceso de elaboración de las carrocerías**

La empresa realiza varios tipos de carrocerías como son: interprovinciales, urbanos (bus-tipo), escolares, turismo y especiales la cual se utiliza una sola línea de producción en la elaboración de sus productos.

La empresa está distribuida por un edificio administrativo, diseño – planificación, mantenimiento y producción.

A continuación se detalla el proceso productivo para la fabricación de las carrocerías:

### **Departamento de Diseño y Producción**

Después de realizar la recepción del chasis, se procede al estudio de las medidas y análisis de la orden de trabajo para la elaboración de los planos, luego se entrega la orden de trabajo y los planos a las diferentes secciones.

### **Sección Máquinas Herramientas**

Una vez entregado la orden de trabajo se procede a la preparación de los materiales, como son los perfiles en U, Z, L que son para los refuerzos de la estructura de acuerdo a las necesidades de las diferentes secciones.

### **Sección Estructuras**

**Preparación material estructura:** Antes de empezar la fabricación de las carrocerías todos los materiales son debidamente preparados, para esto existe una área de desengrase y fosfatizado, donde se realiza: lavado de los tubos, fosfatizado y fondeado con anticorrosivo de materiales piso, techo, laterales según especificaciones en el plano de construcción, y materiales para la estructura en general.

**Preparación del chasis:** Ingresado el chasis a la planta de producción, el proceso empieza con la preparación, que consiste en el embalado de cables del sistema eléctrico, volante, palanca de cambio, se cubre con pedazos de corosil para protección de la soldadura.

Luego el chasis es alineado para que la carrocería tenga una posición completamente horizontal y nivelada con respecto a la superficie, se corta o se aumenta

el bastidor según el diseño de la cajuela posterior pasante, después se colocan los apoyos de la estructura del piso.

**Construcción del piso, laterales y techo:** Luego de ser construidos el piso, los laterales y el techo en sus respectivos puestos de trabajo son transportados al ensamblaje en el chasis. Formando así la estructura de la carrocería.

**Construcción del arrastre:** Para terminar el lateral bajo el nivel del piso, se estructura con refuerzos que facilitan el forrado de las laterales, de la misma forma se empieza la estructuración de los guardafangos delanteros y posteriores de la carrocería en el caso del Bus-Tipo.

**Estructuración de cajuelas:** En la carrocería interprovincial se construye primero el arrastre, para después estructurar las cajuelas posteriores y laterales pasantes, estos son soldados al bastidor del chasis, rompe vientos y refuerzos en toda la estructura de la carrocería para posteriormente resoldar.

**Construcción de las gradas:** Luego de haber realizado el montaje del piso, laterales y techo, se procede a construir las gradas de acceso en la parte delantera para el Interprovincial, para el Bus-Tipo se construye la grada delantera y posterior, Son construidos en plancha de acero laminado en frío como también en plancha galvanizada y soldada entre ellas.

**Construcción de los asientos:** Se procede a la estructuración de los asientos en tubería redonda de acuerdo a los diseños y modelos más modernos, se traslada a la cabina de pintura de los asientos posteriormente a la sección de tapizado quienes se encargaran en terminar los asientos; para el Bus-Tipo se construyen las bases para los asientos plásticos URBAN90.

## **Sección Fibra de Vidrio**

**Formado de partes en fibra:** Se preparan los moldes de las diferentes piezas para luego aplicar la fibra junto con la resina, hiercol y desmoldantes obteniendo así: el frente, respaldo, concha, guardachoques, mascarilla del frente, laterales internos, baño, partes de los asientos, etc.

## **Sección Frente y Respaldo**

**Construcción del frente y respaldo:** Después del resoldado general y la estructuración de las cajuelas pasantes (laterales y posterior) se procede a la estructuración de los refuerzos del frente (con guardachoque) y posterior (con guardachoque) de acuerdo a la forma de las fibras preparadas, luego posteriormente se dan los acabados pertinentes a cada uno de los elementos que conforman tanto el frente y posterior.

**Estructuración del portallanta:** El alojamiento de la rueda de emergencia es moldeada junto con la fibra del respaldo esto en el caso del bus Interprovincial, mientras que en el Bus-Tipo se construye una cajuela exclusivo en la parte lateral derecho de la carrocería con una compuerta de seguridad.

## **Forrado Exterior**

**Forrado del techo:** Transportada la estructura de la carrocería a la sección vestidura se procede a preparar las planchas de acero galvanizado-aluzinc, según las dimensiones indicadas en el plano. Luego se procede al montaje de las mismas solapadas una sobre otra, se aplica adhesivos-sellantes así como puntos de suelda en los filos también son tensadas. Concluido la operación esta es remachado y colocado las claraboyas.

**Forrado de laterales:** Luego de colocar los refuerzos para los forros, se procede a preparar la estructura de los laterales mediante la aplicación de aditivos (sicaflex, sika-premier y elastómeros), posteriormente se realiza el montaje de las planchas preparadas en cada uno de los laterales y tensados, garantizando la planitud de la superficies.

**Adaptaciones:** Dependiendo del modelo de la carrocería se procede a realiza las adaptaciones pertinentes como: la adaptación del tubo de escape, adaptación del depurador, construcción y montaje de los guardalodos y adaptación del parabrisa delantero.

## **Sección Puertas y Compuertas**

**Construcción de puertas:** Una vez construido las gradas y forrado los laterales se colocan los parantes des las puertas, para luego construir y acoplar las puertas con sus mecanismos en la carrocería, dando los acabados en sus puestos de trabajo para posteriormente ser ensamblados.

**Construcción de las compuertas laterales:** Se estructura las compuertas, luego se coloca las aletas para llevar a la carrocería donde se trazan a la medida de construcción, son debidamente forradas y remachadas se colocan las chapas de apertura, así como los seguros. En el montaje se colocan los mecanismos del sistema pantógrafico, para el bus interprovincial se colocarán los bloqueos de las chapas de las compuertas.

**Construcción de la compuerta posterior:** Es estructurada y moldeada la fibra en el respaldo para luego realizar los acabados en el puesto de trabajo.

## **Sección División y Tortuga**

**Tapa del motor (tortuga):** Para la construcción del piso del chofer se realiza adaptaciones de todo el sistema del volante, palanca de cambios, de acuerdo a la marca del chasis, se sueldan refuerzos y se forra el piso donde se colocará el asiento del chofer.

Inmediatamente se construye las bases de la tapa del motor utilizando los materiales preparados en máquinas-herramientas, posteriormente se realiza la estructuración de la tapa del motor en la carrocería y se da los acabados necesarios en el puesto de trabajo.

**División Cabina:** Se estructura la división, luego se construye la puerta realizando la adaptación en la carrocería y dando los acabados en el puesto de trabajo, también se construye las bases y tapas de la televisión.

**Adaptación del tablero:** Una vez construido el piso de la cabina y adaptado el parabrisa delantero, se procede a la adaptación del tablero utilizando materiales flexibles para dar su forma y diseño como también los refuerzos para el ensamble de la fibra.

## **Sección Guardafangos y Forro de Cajuelas**

**Construcción de guardafangos:** El diseño que se utiliza difiere de acuerdo al modelo, luego de la estructuración se colocan las aletas para realizar los acoples en la carrocería, posteriormente forrado y dado los acabados en el puesto de trabajo.

**Forrado de las cajuelas:** Luego de colocar los refuerzos para los forros, se prepara la superficie (sikaflex), se colocan las planchas de aluminio corrugado y se sellan las uniones, también se construyen el porta baterías, porta herramientas y seguro de la rueda de emergencia y colocados la carrocería correspondiente.

## Sección Cabina

**Entablado del piso:** Terminado las adaptaciones en la estructura del piso se procede a preparar, luego se aplica sikaflex en la estructura y se coloca las planchas marino en todo el piso de acuerdo al diseño de la carrocería a su vez son sujetos con pernos.

**Adaptaciones de la consola:** Moldeada la consola en la sección de fibra de vidrio es adaptada de acuerdo al modelo de la carrocería extendiendo o reduciendo en sus dimensiones para acoplar al interior de la carrocería (cabina del chofer).

**Tapizado de la cabina:** Se preparan las superficies de la cabina del chofer y forros de corosil, luego se proceden a tapizar toda la cabina (Para el tapizado de la cabina se debe realizar el tendido eléctrico).

**Adaptación del tarjetero:** Para el Bus Tipo se realiza la adaptación de las bases del tarjetero y se colocan los refuerzos para luego ser instalado.

## Sección Forrado Interior

**Forrado interior de laterales:** Preparado la estructura de los laterales interiores son forrados con planchas de fibra y corosil en el caso del bus Interprovincial, mientras que para el Bus-Tipo se utiliza en acero inoxidable, estas son remachadas y pegadas a la estructura de los costados al interior de la carrocería.

**Forrado del respaldo y techo interior:** Después de realizar el tendido eléctrico, se forra el respaldo interior y los costados del techo con aluzinc, luego se tapiza, mientras que en el medio se coloca fibra de vidrio.

## **Sección Colocación Asientos y Canastillas**

**Colocación de asientos.-** Se prepara el piso y se tapiza con vinil posteriormente son colocados los asientos de los pasajeros, chofer y azafata como también se coloca los accesorios como son extintores, expulsores, manilla, basureros, etc.

**Colocación de las canastillas.-** Construido las canastillas son transportadas a la carrocería para su debida colocación esto en el caso del interprovincial, mientras que para el bus-tipo se colocan la protección del chofer, corrales y pasamanos con sus debidos timbres.

## **Sección Tapicería**

Tapizado los asientos son ensamblados en su estructura luego se coloca en la carrocería, a su vez se tapiza con corosil la división de la cabina.

## **Sección Pintura**

**Fondeado de la estructura.-** Terminada la estructura de la carrocería se procede a fondear, luego se traslada a la sección vestidura.

**Preparación y pintado de la carrocería.-** Construidas las compuertas laterales, guardafangos son transportados a la sección pintura donde masillan, pulen y aplican fondo para luego ser colocados en la carrocería, a su vez; forrado el techo, laterales, respaldo y frente son preparados para ingresar a la cabina de horno donde se procede a cubrir con adhesivos en las partes a no ser pintado, inmediatamente se pinta la carrocería con la pintura de poliuretano de acuerdo al diseño y normas técnicas proporcionadas por la marca utilizada.

**Pintado de accesorios.-** Se pintan las piezas pequeñas, puertas, mecanismos, consola, tablero, compuerta posterior para ser ensamblado en la sección de acabados.



## **Sección electricidad**

Se realiza las instalaciones eléctricas antes y durante el acople del tablero como también las distintas conexiones eléctricas para controlar todo el sistema de iluminación:

**Interior:** Luces de salón, luz de cabina, gradas, bodegas.

**Exterior:** Cucuyas, luces exteriores del faldón, direccionales, neblineros.

**Accesorios:** Sistema de audio, video, plumas limpiaparabrisas, etc.

## **Sección Acabados/Terminados de la carrocería.**

Pintado el bus es transportado a la sección de acabados donde se proceden a la instalación de accesorios tanto internos como externos en toda la carrocería.

**Instalaciones Neumáticas:** Antes del forrado interno de las cajuelas se procede a la instalación neumática de todas sus cañerías para las compuertas laterales, puertas delanteras-posteriores, mascarilla. Después de haber pintado la carrocería son colocadas las válvulas de accionamientos.

**Montaje de ventanas:** Después de subir los asientos son colocadas las ventanas y selladas adecuadamente.

**Colocación de accesorios.-** Se procede a la colocación del baño, compuerta posterior, puertas, consola, tablero, aletas, botaguas, guardapolvos, protectores de cajuelas, tanque de combustible, baterías, tapas de booster, cortinas etc.

**Colocación de parabrisas.-** Se pegan los vidrios en la cabina, parabrisa posterior, delantero y sellados adecuadamente.

**Limpieza general.-** Efectuado el montaje de todas las partes de la carrocería se realiza la limpieza general del bus tanto interna como externa.

**Prueba de agua.-** La carrocería se traslada a la prueba de agua donde se verifica la impermeabilidad.

**Control de calidad y revisión final.-** Realizada la limpieza general el Ingeniero del departamento diseño-producción es el encargado de verificar fallos de pintura, acabado superficial, impermeabilidad, funcionamiento del sistema eléctrico en general, sistema neumático de apertura y cierre de puertas, seguros compuertas, mascarilla, y otros accesorios del bus, luego se realiza la prueba de ruta donde se verifica su estabilidad, garantizando así la calidad del producto entregado al cliente.

### **Entrega del bus al cliente.**

Finalmente el bus es entregado al cliente quien retirará el bus completamente terminado revisando las condiciones con la que realizó el contrato.

## **3.8. Estudio del método de trabajo para los dos tipos de carrocerías**

Mediante el análisis realizado en cada una de las secciones durante el proceso de fabricación de los dos tipos de carrocería se llegó a concretar el método de trabajo utilizado en la empresa. Utilizando los diagramas de proceso tipo material, diagramas de flujo, recorrido y Gantt en la elaboración de las diferentes partes, la cual se desarrolló tanto para la carrocería bus-tipo como también para la carrocería interprovincial.

### **3.8.1. Diagrama de flujo del proceso**

El diagrama de flujo es aquella que representa cada una de las actividades del proceso dentro de la fabricación de las carrocerías, identificando fácilmente las operaciones realizadas para la obtención de un producto terminado como es en nuestro caso la construcción de una carrocería la cual se puede apreciar. (VER ANEXO 1).

### **3.8.2. Diagramas del proceso**

La aplicación de los diagramas de proceso es la recopilación de actividades realizadas en forma detallada de la elaboración de las piezas en sus diferentes secciones tanto para el Bus-Tipo como para el bus Interprovincial, indicando la operación, transporte, demoras, inspección y almacenaje de los materiales. (VER ANEXO 2).

### **3.8.3. Diagramas de GANTT**

La información obtenida de los diagramas de proceso, tiempos empleados en cada una de las actividades, recurso humano empleado, se ingresan al programa Microsoft Project donde se obtiene el diagrama de Gantt, el cual nos muestra la fecha de iniciación de la actividad inicial y terminación del proceso, así como la secuencia de las actividades, obteniendo la duración del proceso de cada carrocería. (VER ANEXO 3).

### **3.8.4. Diagramas PERT/CPM**

Para la elaboración de los diagramas PERT/CPM se utilizó el programa Microsoft Project para el análisis de cada modelo, donde se determina en forma gráfica los sucesos y las actividades en la fabricación de las carrocerías, así como la ruta crítica desde la actividad inicial hasta el suceso final. (VER ANEXO 4)

## **3.9. Estudio de tiempos actuales**

Para efectuar el estudio y establecer el tiempo tipo empleado en las diferentes operaciones, el número de observaciones realizadas fue de una vez por operación en cada tipo de carrocería, por lo que el proceso productivo se lo tuvo que dividir en operaciones para una mejor medición de tiempo, cabe indicar que no se aplicó la fórmula para determinar el número de ciclos a cronometrarse ya que el proceso es muy extenso y se realizaron mediciones de tiempo promedio para determinar el tiempo tipo, para la toma de datos se utilizó la lectura repetitiva o de vuelta a cero.

Para la aplicación del tiempo tipo en la situación actual se considero el tiempo cronometrado como el tiempo medio, considerando que en ellas se encuentra de 2 a 4 operarios, se dio una valoración del “paso” al operario con una asignación de 1, el cual significa que el ritmo de trabajo no es rápido ni lento.

$$T_{normal} = T_{medio} \times F_{valoración} \quad (1)$$

Los tiempos suplementarios están incluidos en el tiempo tipo; por lo tanto no se sabe cual seria su porcentaje asignada llegando a concluir que:

$$T_{Tipo} = T_{medio} \quad (2)$$

De esta manera se obtuvo el tiempo tipo en la situación actual para cada una de las actividades empleadas en la construcción. (VER ANEXO 5).

### **3.10. Estudio de los puestos de trabajo**

Los puestos de trabajo son las zonas en que los operarios desempeñan una determinada actividad especificada que se denomina tarea.

Los puestos de trabajo están ubicados de acuerdo a la distribución de la planta, área de estructuras, área de fibra de vidrio, área de vestidura, área de pintura y área de acabados/terminados divididos en 15 secciones que se identifican 91 puestos de trabajos de la planta, de los cuales pueden observarse en el listado en la siguiente tabla.

TABLA II: Listado de puestos de trabajo situación actual.

Nº	Puesto de trabajo/almacenaje	Nº	Puesto de trabajo/almacenaje
1	Estantería de tubos (Estructuras)	47	Torno1
2	Desengrase y Fostatizado	48	Torno 2 pequeño
3	Fondeado interno de tubería	49	Máquina dobladora Pulmax
4	Jig del piso	50	Mesa de trabajo tableros
5	Jig de laterales izquierdo	51	Mesa de trabajo de forro de cajuelas
6	Jig de laterales derecho	52	Mesa de trabajo máquinas herramientas
7	Montaje de piso, laterales y techo	53	Mesa de trabajo puertas y compuertas
8	Tronzadora 1 (piso, laterales)	54	Mesa de remachado
9	Mesa de trabajo 1(laterales)	55	Jig de mecanismos compuertas
10	Mesa de trabajo 2(piso)	56	Guillotina
11	Tronzadora 2 (techo)	57	Construcción de compuertas
12	Jig del techo	58	Construcción de puertas
13	Estantería de perfilaría preparada	59	Mesa de preparación de mecanismos puertas
14	Dobladora de tubos (techo)	60	Lijadora y esmeril
15	Mesa de trabajo 3 (techo)	61	Cortadora de disco (puertas y compuertas)
16	Estructuración de cajuelas, frente y respaldo	62	Taladro de pedestal - puertas y compuertas
17	Estanterías de planchas tool y aluminio	63	Mesa de trabajo división
18	Construcción de asientos	64	Mesa de trabajo tapa del motor
19	Estantería de asientos, frente y posterior	65	Estructuración de compuerta posterior
20	Cabina de pintura de asientos	66	Mesa de trabajo guardafangos
21	Mesa de trabajo 4 (Frente)	67	Preparación y pegado de cauchos
22	Mesa de trabajo 5 (posterior)	68	Preparación de pintura
23	Mesa de moldeo frente	69	Vestidura de canastillas
24	Jig de frente	70	Mesa de trabajo canastillas
25	Jig para barolar la tubería	71	Dobladora y cortadora de tubo aluminio
26	Elaboración de piezas en fibra vidrio	72	Sierra circular
27	Pintura de piezas en Fibra vidrio	73	Mesa de trabajo – corosil
28	Dobladora manual 1 (forro exterior)	74	Estantería aluminio
29	Baroladora (forro exterior)	75	Mesa de trabajo de electricidad
30	Adaptación de escape-guardalodos	76	Mesa de trabajo 1 (cabina)
31	Dobladora manual 2 (adaptaciones)	77	Mesa de trabajo 2 (cabina)
32	Preparación de forro de lateral Izq.	78	Estantería de planchas triplex y marino
33	Almacenaje de boninas de aluzinc	79	Cabina de pintura
34	Vestidura de la carrocería	80	Dobladora manual 3
35	Preparación de forro de lateral Der.	81	Mesa de trabajo (forro interior)
36	Cortadora Gasparini	82	Preparación de vidrios pegados
37	Plegadora Gasparini	83	Bodega de virios y parabrisas
38	Cortadora Casanova	84	Área de Acabados
39	Plegadora Casanova	85	Portarrollos de corosil y vinil
40	Máquina Cortadora Pulmax 1	86	Bodega
41	Mesa de trabajo cizalla	87	Estantería de Materiales de tapicería
42	Máquina Cortadora Pulmax 2	88	Preparación de forros
43	Plegadora Diamit	89	Tapizado de asientos
44	Estantería de Tubería – ejes	90	Prueba de agua
45	Prensa Hidráulica	91	Limpieza general de la carrocería
46	Sierra de Vaivén Uniz		

### 3.10.1. Diagrama de proximidad actual

Mediante la utilización de hexágonos se puede detallar como se encuentra organizados los puestos de trabajo dentro de la planta de producción, también se puede demostrar cómo interactúan los movimientos entre los puestos de trabajo durante la fabricación de los dos modelos de carrocería.

Actualmente los puestos de trabajo en la empresa se encuentran con los siguientes inconvenientes:

- Acumulación de los materiales sobrantes dentro de la planta
- Las estanterías almacenan materiales para otras secciones, provocando una acumulación del material en la zona, generando reducción de espacio.
- Los materiales y piezas elaboradas se almacenan en lugares inadecuados.
- Cada sección debe esperar que la otra termine su trabajo para empezar.
- Falta de capacitación a los operarios en la correcta utilización de los materiales.

Para una mejor apreciación de los puestos de trabajo y sus movimientos que interactúan entre ellas se puede observar en el siguiente diagrama.



### **3.11. Distribución de la planta actual**

La distribución de la planta está realizada de acuerdo a una planificación técnica para agilizar los trabajos porque es una planta nueva con visión a futuro, pero existen algunas falencias en la secuencia de las secciones, ya que algunas interfieren en el normal desarrollo de las subsiguientes ocasionando pérdida de tiempos.

La representación de los puestos de trabajo, espacio físico y distribución de los mismos se puede evidenciar en un plano a escala el cual ayuda a visualizar de mejor manera las secciones representadas. (VER ANEXO 6).

### **3.12. Planificación y control de la producción**

La planificación y control de la producción es el conjunto de actos sistemáticos encaminados a dirigir el proceso productivo, es decir se trata de controlar ciertos recursos como son los hombres, máquinas y los materiales para producir partes y piezas en cantidad correcta, calidad adecuada y en el tiempo estimado que permitirá fijar a la sección de ventas el plazo exacto en que estarán terminados o disponibles los productos.

La empresa en los actuales momentos se tiene una planificación y control de la elaboración de sus productos no muy bien estructurada porque la planificación de los procesos es en forma general lo cual no se tiene una visualización clara para un correcto control de cada proceso generando los siguientes aspectos de ineficiencia:

- Falta de conciencia de parte del personal para cumplir con sus tareas asignadas.
- Existe pérdida de tiempo por parte del obrero ya sea por distracción o por estar conversando con sus compañeros de la misma sección o ajenas a ella.
- No existe control en la salida del material lo cual genera muchos desperdicios metálicos mal empleados que son desechados.



- Existen demoras por el retraso de las diferentes secciones en el ensamblaje de la carrocería.
- La falta de decisión de los jefes de las diferentes áreas al momento del montaje de la carrocería provocando un retraso en la producción.
- Existe una acumulación de personal al momento de pedir los materiales en la bodega generando pérdidas de tiempo y distracción al personal.
- Falta de motivación hacia el personal de la planta.
- En ocasiones el ritmo de trabajo se encuentra por debajo de lo normal ya que baja notablemente antes de terminar el día.
- Las reparaciones que existen son a veces muy frecuentes, provocando la interrupción del proceso productivo en las diferentes secciones.

Todos estos aspectos repercuten al proceso productivo generando pérdidas de tiempo en la elaboración de la carrocería y en la entrega al cliente. Los formatos que se utilizan para el control de la producción se pueden observar en el ANEXO 7.

### 3.13. Análisis del recurso humano disponible

La empresa VARMA S.A. para su producción cuenta actualmente con el siguiente recurso humano.

**Tabla III: Listado de Recurso Humano Varma S.A.**

<b>DISEÑO-PLANIFICACION</b>	Ramiro Saca
Ing. Edwin Morejón	Manuel Verdesoto
Ing. Mauricio Lescano	<b>SEC.GUARDAF.Y FORRO DE CAJUEL.</b>
<b>MANTENIMIENTO</b>	Marco Verdesoto
Ing. Fernando Jiménez	Víctor Carrillo
<b>SEC. MÁQUINA-HERRAMIENT.</b>	Roberto Núñez
Miguel Landa	<b>SEC.COLOC. DE ASIENT-CANASTILLAS</b>
<b>SEC. ESTRUCTURA</b>	Mario Núñez
Alfredo Espinosa	Germán Mariño
Mario Tixicuro	Rolando Núñez
Hugo Ibarra	<b>SEC.TAPICERÍA</b>
Raúl Guamán	Humberto Villacrés
Geovanni Amancha	Diego Jordán
Hernán del Pozo	Carlos Castelo
Santiago Morales	Juan Bimbosa
Holger Paredes	<b>SEC.CABINA</b>
Santiago Vela	Oscar Cáceres
<b>SEC.FIBRA DE VIDRIO</b>	<b>SEC.FORRO INTERIOR</b>
Santiago Tigse	Carlos Sacón
Geovanni Tigse	Patricio Criollo
<b>SEC.FRENTE-RESPALDO</b>	<b>SEC. PINTURA</b>
Jorge Altamirano	Gonzalo Castelo
Rubén Eugenio	Miguel criollo
Abdón Guamán	Diego Fiallos
Víctor Valle	Miranda Héctor
Marco Pazmiño	Guillermo Caizaletín
Carlos Tisalema	David Camino
<b>SEC.FORRO EXT. Y ADAPTACION</b>	Walter Arcos
José Aldáz	Oscar Guamán
Santiago Aldáz	Jorge Proaño
Marco Villacrés	Patricio Rodríguez
Claudio Rivera	Edison Saca
Andrés Santamaría	Fernando Arcos
Ángel Robalino	Luis Criollo
Marcelo Aldáz	Marco Guamán
<b>SEC. PUERTAS-COMPUERTAS</b>	<b>SEC. ELECTRICIDAD</b>
Edgar Ayme	Byron Colorado
Iván Culqui	Carlos Rodríguez
Edgar Guamán	Orlando Gavilánez
Kléver Jácome	Willian Landa
Juan Pablo Saavedra	<b>SEC. ACABADOS</b>
<b>SEC. DIVISION-TORTUGA</b>	Gabriel López
Byron Bimbosa	Hipólito Masabanda
Guido Aldáz	

### **3.13.1. Capacitación y adiestramiento del personal**

Los operarios que trabajan en la empresa en su mayoría son bachilleres técnicos y en algunos casos sus habilidades las adquirieron con la experiencia, dentro de la misma empresa o en otras, ya que su adiestramiento se basa en función de sus conocimientos.

La capacitación se debería darse en los siguientes casos:

- Cuando existe rotación del personal en los puestos de trabajo.
- Cuando necesita mayor concentración en su lugar de trabajo.
- Cuando el personal es nuevo y no tiene experiencia.

### **3.13.2. Formas de impartir órdenes en el puesto de trabajo**

En primer lugar, las órdenes son impartidas a los supervisores de cada sección por parte del gerente, para que ellos se encarguen de dar a conocer las órdenes en sus secciones, la información es verbal, con planos y/o con órdenes de producción elaboradas por el departamento de diseño-planificación.

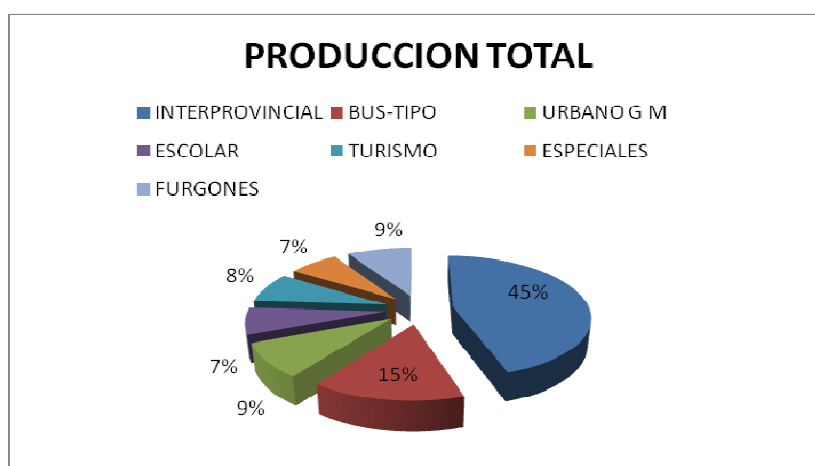
### **3.13.3. Supervisión**

La supervisión del avance del trabajo lo realizan los ingenieros encargados de cada sección, mediante la utilización de documentos y planos realizada por el departamento de diseño-planificación, verificando si la carrocería está bien elaborada o no para que siga su proceso de fabricación.

### 3.14. Resultados sobre la situación actual

Luego de haber realizado el estudio general de los elementos que integran el proceso de fabricación de una carrocería, y las condiciones de trabajo de los operarios, se puede apreciar la falta de capacitación al personal sobre formas de utilización adecuada del material, movimientos innecesarios, pérdida de tiempo en distintas áreas de trabajo.

Mediante la obtención de los datos estadísticos de la empresa se determina que la cantidad producida desde el año 2006 hasta agosto del 2009 en los modelos interprovincial (Intercity Premier) es de un 45% y buses Tipo Urbano (City Premier) corresponde a un 15% de la producción total detallada a continuación. Esta relación nos permite avizorar una reorganización de los puestos de trabajo para obtener una mejora en la producción.<sup>23</sup>















**Figura 23:** Porcentajes de producción

El método de trabajo utilizado nos indica que existen grandes desplazamientos de los materiales como también de las partes semi-elaboradas entre los puestos de trabajo o hacia los puntos de montaje, ocasionando que los tiempos sean elevados en el transporte y demoras por no realizar a tiempo las partes semielaboradas.

<sup>23</sup> Datos estadísticos departamento de diseño y producción Varma S.A.

Tabla IV: Cuadro de resumen método actual.

Resumen construcción carrocería		Resumen construcción carrocería	
BUSINTERPROVINCIAL		BUS-TIPO	
ACCIONES	ACTUAL	ACCIONES	ACTUAL
 Operación	829	 Operación	655
 Transporte	520	 Transporte	412
 Inspección	26	 Inspección	24
 operación comb.	5	 operación comb.	2
 Demora	72	 Demora	49
 Almacenaje	144	 Almacenaje	109
<b>Totales</b>	<b>1596</b>	<b>Totales</b>	<b>1251</b>
<b>Total Tiempo(min)</b>	<b>86974,3</b>	<b>Total Tiempo(min)</b>	<b>57806,3</b>
<b>Total Distancia(m)</b>	<b>16850</b>	<b>Total Distancia(m)</b>	<b>13685</b>

Con el estudio realizado sobre los puestos de trabajo y el tiempo empleado para la construcción de los dos modelos de carrocería se puede determinar el área total requerida de los puestos de trabajo, almacenajes, máquinas utilizadas; con estos datos se podrá hacer una distribución propuesta de la planta.

Mediante el uso del diagrama de Gantt podemos demostrar la duración total en la fabricación de la carrocería de cada modelo, obteniendo como resultado una duración de **24,5 días** laborables empleados en la construcción del modelo interprovincial (Intercity Premier), y **22,7 días** empleados para el modelo Bus-Tipo (City Premier).

El diagrama PERT/CPM nos indica la ruta crítica en el proceso de construcción de cada modelo de carrocería, de la cual se puede evidenciar las actividades que alargan el proceso de construcción.

## CAPÍTULO IV

### 4. REORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE VARMA S.A.

#### 4.1. Estructura administrativa propuesta

La actual estructura administrativa de la empresa se encuentra bien planificada, demostrado en su desempeño eficiencia, a excepción del departamento de ventas que requiere una capacitación adecuada con el propósito de aumentar las ventas, la empresa está en su máxima capacidad de producción, debido a su diseño y maquinarias con la que cuenta, pero también es necesario implementar un departamento de seguridad e higiene industrial y nombrar una persona responsable del mismo.

El encargado de seguridad e higiene industrial tendrá ciertas responsabilidades que cumplir en beneficio de la empresa como también con la siguiente misión.

##### 4.1.1. Misión del departamento de seguridad e higiene industrial:

Supervisar el cumplimiento de las Normas de seguridad e higiene industrial en sus diferentes secciones de trabajo, cumplir las disposiciones legales y reglamentarias, externas e internas, que norman las relaciones de trabajo.

##### 4.1.2. Responsabilidades:

- Evaluar los riesgos de trabajo existentes en la planta de producción.
- Controlar la correcta utilización de implementos de seguridad industrial.
- Ejecutar las disposiciones legales relacionadas al cuidado del medio ambiente.
- En las reuniones se debe informar, revisar y evaluar el cumplimiento de los Indicadores de Calidad (estado y porcentaje cumplido).

### 4.2. Estructura Administrativa Propuesta

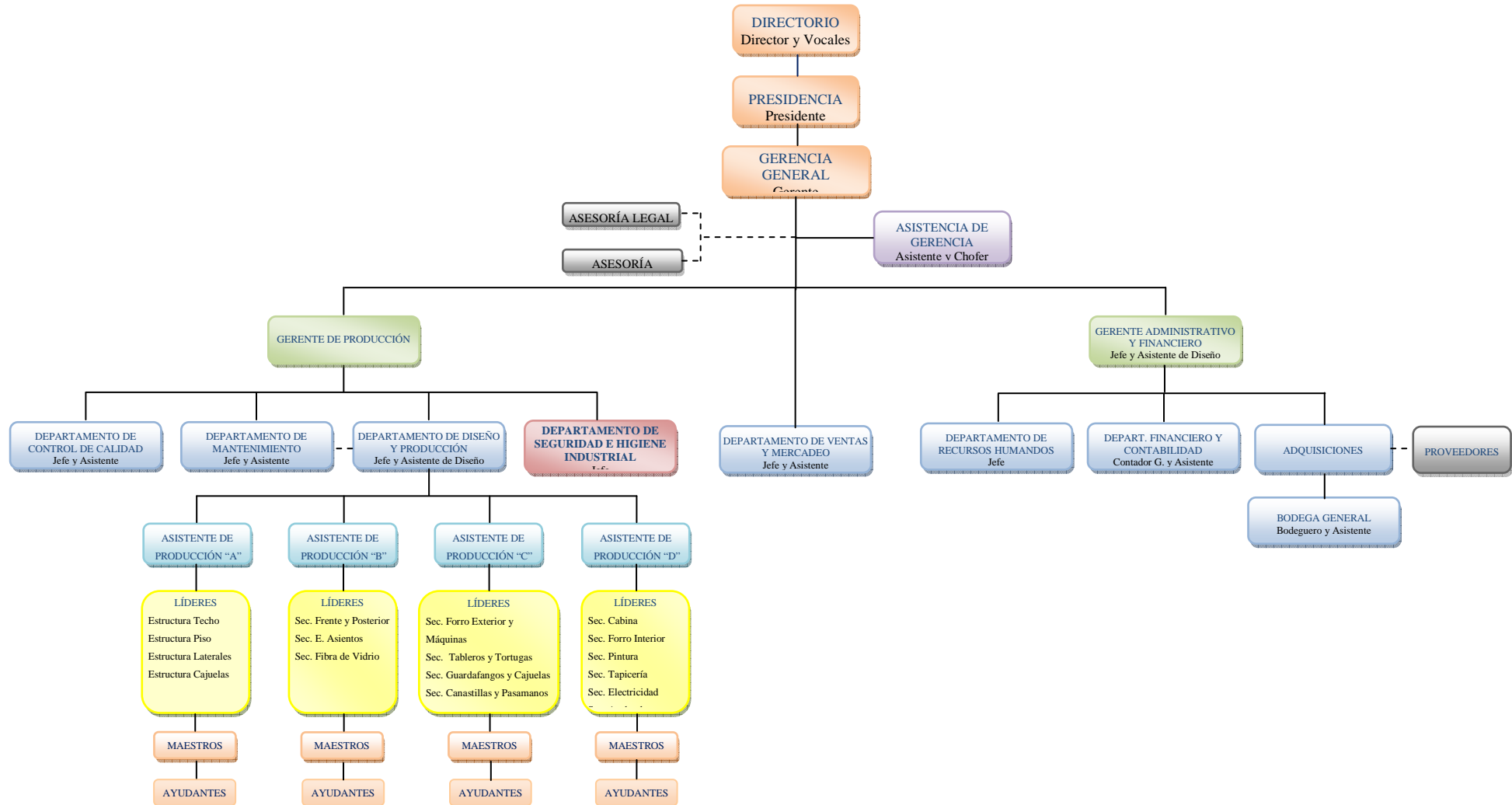


Figura 24: Estructura administrativa propuesta

#### **4.3. Registro de materiales utilizado en la elaboración de las carrocerías**

El uso adecuado del registro de materiales, junto con la orden de producción permiten al departamento financiero-gestión de inventarios (bodega) mantenerse informados de la cantidad de materiales directos e indirectos que se necesitarían para cada carrocería permitiendo así que el proceso fluya de mejor manera sin imprevistos de materiales.

Estos registros de materiales son necesarios para el departamento financiero mediante los cuales elaboran los costos de materiales que intervienen en la fabricación de las carrocerías.

Para un eficaz control de la materia prima utilizada en la fabricación de las carrocerías, se aplican códigos asignados a materiales directos e indirectos.

#### **4.3. Propuesta del método de trabajo para los dos modelos de carrocerías**

El método de trabajo con la cual cuenta la empresa para la fabricación de los dos modelos de carrocerías es sumamente importante ya que el diseño de la planta de producción cumple con todos los requerimientos, en función de las máquinas y puestos de trabajo, por lo que nuestra propuesta se orienta a la optimización de operaciones, transportes, demoras dentro del proceso de construcción y ubicación de los puestos de trabajo, así también el uso adecuado de materiales especialmente en el área de preparación de pintura.

#### **Uso adecuado de la masilla plástica**

Se utiliza principalmente para arreglar abolladuras e irregularidades sobre plancha de hierro limpio o planchas de aluminio utilizados para la construcción de las carrocerías.



## **Preparación de la superficie**

- Las superficies deben estar limpias, sin oxidación, secas, libres de polvo, suciedad, grasa, aceite, etc.
- Antes de aplicar masilla plástica se debe lijar la superficie a tratar, cuidadosamente, con lija #120 asegurándose que quede libre de pintura, óxido o grasa.
- Desengrasar cuidadosamente la superficie a masillar con un paño limpio empapado con thinner y luego secar inmediatamente con otro paño seco.

## **Diluyente**

No se debe diluir; se presenta lista para usar.

## **Sistema de aplicación**

Se debe usar una espátula adecuada para la aplicación de masilla.

## **Limpieza del equipo**

Thinner universal, dentro del tiempo de vida de la mezcla.

## **Tiempo de secado de la masilla (25°C)**

Al tacto: 5 a 10 min.

## **Modo de empleo**

- Mezclar bien el producto antes de usar. Retirar la cantidad necesaria y mezclar 1 o 2 minutos con su endurecedor en proporción en peso aproximada de 80 g de masilla gris y 1g de endurecedor masilla plástica (1-2 % en peso de endurecedor masilla plástica), sobre una superficie limpia como ser vidrio o metal. Se debe alcanzar un color homogéneo de la mezcla.

- En ambientes húmedos o fríos, mezcle los componentes más tiempo.
- Para acelerar el tiempo de secado se puede aumentar el catalizador. Al duplicar la cantidad de catalizador el tiempo de secado se reduce a la mitad.
- Aplique capas delgadas y sucesivas de masilla sobre la superficie a arreglar y vaya extendiendo la pasta donde sea necesario, formándola un poco más alta que el resto de la superficie, para así poder lijar e igualar una vez que seque.
- Tiempo de vida útil de la mezcla: 3 - 4 minutos a 20°C.

### **Lijado**

Se recomienda lijar en seco, primero con lija #80 y finalmente con lija #180.

### **Número de capas**

Se pueden aplicar de 1 a 4 capas de masilla plástica.

### **Espesor recomendado por capa**

500 micrones (seco).

### **Rendimiento**

2 m<sup>2</sup>/litro a 500 micrones de espesor

1 m<sup>2</sup>/litro a 1000 micrones de espesor













En la práctica, el rendimiento depende de varios factores como por ejemplo: forma del objeto, imperfección de la superficie, modo de aplicación, etc.

#### **4.3.1. Diagramas de proceso**

Los diagramas de proceso propuestos se realizaron mediante un análisis detallado de las actividades en todas las secciones tomando en cuenta la disposición del lugar de trabajo para el nuevo método a ejecutar, donde se ha conseguido reducir la distancia recorrida por el operario con los materiales en relación con el método actual evitando así retrocesos de operaciones, logrando eliminar ciertas operaciones, demoras y transportes mediante la reubicación de algunos puestos de trabajo, excluyendo a las máquinas innecesarios consiguiendo mayor espacio para la reubicación de nuevos puestos de trabajo dentro de la planta. (VER ANEXO 8)

Los cambios efectuados se pueden evidenciar en el cuadro de resumen de las hojas de proceso propuesto.

**Tabla V: Cuadro de resumen método propuesto**

Resumen construcción carrocería BUS INTERPROVINCIAL		Resumen construcción carrocería BUS TIPO	
ACCIONES	PROPUEST.	ACCIONES	PROPUEST.
 Operación	823	 Operación	655
 Transporte	519	 Transporte	409
 Inspección	26	 Inspección	24
 operación comb.	6	 operación comb.	2
 Demora	71	 Demora	49
 Almacenaje	144	 Almacenaje	109
<b>Totales</b>	<b>1589</b>	<b>Totales</b>	<b>1248</b>
<b>Total Tiempo(min)</b>	<b>85024,3</b>	<b>Total Tiempo(min)</b>	<b>57169,4</b>
<b>Total Distancia(m)</b>	<b>15037</b>	<b>Total Distancia(m)</b>	<b>11196</b>

#### 4.3.2. Diagramas de GANTT

Mediante la información obtenida de los diagramas de proceso propuesto, como son los tiempos ejecutados, la secuencia de actividades y el uso adecuado del recurso humano, se ingresan al programa Microsoft Project de donde se obtiene el diagrama de Gantt, en el cual nos muestra la fecha de iniciación y terminación del proceso como el tiempo total de construcción de cada carrocería. De tal manera que para el modelo INTERCITY PREMIER se logra reducir el tiempo de construcción de **24,5 a 21,8 días** laborables y para el modelo CITY PREMIER una reducción de **22,7 a 20,7 días** laborables en la fabricación. (VER ANEXO 9).

#### 4.3.3. Diagrama PERT/CPM propuesto

El diagrama PERT/CPM, muestra la ruta crítica en el proceso propuesto de construcción de cada modelo de carrocería, de aquí se determinaron las actividades que alargan el proceso de construcción. (VER ANEXO 10)

#### **4.4. Estudio de tiempos propuestos**

Para efectuar el cálculo del tiempo tipo en la situación propuesta, se considera el tiempo propuesto para cada actividad de las hojas de proceso como tiempo medio; para calcular el tiempo normal se realizó la valoración del operario de **1**, ya que el trabajo se mantendrá a ritmo normal es decir ni muy rápido ni muy lento.

$$T_{normal} = T_{medio} \times F_{valoración} \quad (3)$$

$$T_{Tipo} = T_{medio} + \%S \times T_{normal} \quad (4)$$

Los tiempos suplementarios propuestos se los realiza debido a las necesidades personales de los operarios que sería del **9%**, es decir **2.5%** por fatiga, **5%** por necesidades personales, **1.5%** por retraso. De esta manera se emplea la fórmula (4) para determinar el tiempo tipo propuesto de las actividades en la fabricación de cada carrocería. (VER ANEXO 11).

#### **4.5. Ergonomía de los puestos de trabajo**

Los puestos de trabajo en la sección asientos y la sección puertas-compuertas son distribuidos ergonómicamente tomando en cuenta los aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones.

La dimensión, forma y características de los puestos de trabajo así como las herramientas y elementos empleados por el operario son diseñadas ergonómicamente para la forma y tamaño del cuerpo del operario en estas dos secciones mas conflictivas.

Criterios considerados para la distribución ergonómica propuesta de los puestos de trabajo en la sección asientos y sección puertas-compuertas:

➤ **Visibilidad máxima:**

La planta de producción es muy amplia donde la visibilidad es completa en todo momento ya que no existen paredes que delimiten los puestos, esto permite al operario observar con facilidad el avance de la producción como también su actividad asignada.

➤ **Accesibilidad máxima:**

Los puntos de servicio, almacenajes de chatarra, basureros, se encuentran ubicados cerca a las diferentes secciones, y el limita el espacio para transitar y trabajar entre los puestos de trabajo, de tal manera que el acceso a ellos para realizar labores de eliminación de desperdicios, no incide en la circulación normal de las carrocerías en construcción evitando así la distracción del operario.

➤ **Distancia mínima:**

Los puestos ergonómicos propuestos garantizan, que los movimientos necesarios por el transporte de materiales, de almacenajes a los puestos de trabajo, son directos, así como las distancias entre ellos son mínimas, considerando también la cercanía entre puestos de iteración directa facilitando así a los movimientos de los operarios en sus puestos de trabajo.

➤ **Incomodidad Mínima:**

El flujo de aire es adecuado dentro de la planta, así como la iluminación natural a través de hojas transparentes ubicadas en el techo. El ruido provocado por las máquinas y los procesos de construcción son altos, por lo que es indispensable protección auditiva. En la construcción de la división se propone construir un jeep para evitar movimientos inadecuados por parte del operario esto ayudara al operario a reducir los transportes.

En la sección de acabados se propone implementar dos mesas de trabajo de acuerdo a la forma, estatura de los operarios que trabajan en esta sección facilitando así su trabajo.

➤ **Seguridad inherente:**

El ruido, el polvo, debido a la manipulación de materiales y máquinas es inevitable, por lo que es necesaria la utilización imprescindible de equipos de protección tanto auditiva, respiratoria, visual, en todo momento para todo el personal de la planta la cual debe ser controlada el uso de estos dispositivos por un encargado de esta área.

➤ **Identificación:**

La señalización de los espacios en cada puesto dentro de sus secciones, estarán delimitados de tal manera que los operarios cuentan con su propio espacio o lugar de trabajo.

#### **4.5.1. Condiciones de trabajo.**

➤ **Ruido y vibración:**

Para evitar la fatiga y bajo rendimiento de los operarios es necesario el uso adecuado de los elementos de seguridad como son: taponos, orejeras, gafas, etc. Debido a que la empresa produce ruido durante la construcción de la carrocería por las máquinas utilizadas.

➤ **Ventilación:**

El flujo de aire es adecuado debido a que la empresa cuenta con entradas de aire tanto por la parte superior como por la parte lateral debido a que la empresa cuenta con dos puertas de acceso, así también cuenta con extractores debidamente ubicados en el techo.

➤ **Calefacción:**

La temperatura dentro de la planta de producción varia entre 15 °C y 17 °C debido a su ubicación demografica, esto permite que el rendimiento de trabajo sea la mas adecuada reduciendo asi bajas por las enfermedades de los trabajadores.

➤ **Iluminación:**

Una buena iluminación es uno de los factores que mas contribuye a mejorar el ambiente haciendolo estimulante y grato para el trabajo. La empresa cuenta con iluminacion natural y artificial debidamente hubicadas en los diferentes puestos de trabajo, atravez de claraboyas ubicadas en el techo, lamparas reflectoras en las diferentes secciones compensando a la luz natural.

➤ **Carga de trabajo:**

La actividad que va realizar cada uno de los operarios durante su jornada laboral debe ser planificada por parte del departamento de diseño y planificación quienes deben entregar una orden al inicio de la jornada, evitando asi la fatiga que puede producir disminución de su capacidad fisica y mental del operario.

➤ **Manipulación manual de cargas:**

Al momento de realizar montaje de diferentes partes de la carroceria se debera utilizar las debidas precauciones si su peso es considerable, ejemplo: montacargas, tecles, aumento de personal, etc. Evitando asi lesiones que pueden ser leve, grave o muy grave.

Tomando en cuenta los criterios ergonómicos antes mencionados se propone como deberían quedar los puestos de trabajo en la sección asientos, puertas y compuertas con sus medidas acotadas (VER ANEXO12).

#### 4.6. Distribución ergonómica propuesta de los puestos de trabajo

Para el cálculo de la superficie necesaria de los puestos de trabajo dentro de la planta, se tomo en cuenta varios factores ergonómicos (forma y tamaño de las personas), así como el área para los operarios, mesas adecuadas, elementos auxiliares, áreas de acceso a los puestos.

**Tabla VI: Áreas de puestos de trabajo**

Puesto de trabajo/ Almacenaje	Dimensiones			Superficie necesario		
	Alto (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Área de Trabajo(m <sup>2</sup> )	Operario y mesas(m <sup>2</sup> )	Total(m <sup>2</sup> )
1	1,8	2,5	6	15		15
2	0,85	1,8	3,75		6,75	6,75
3	0,85	0,8	4		3,2	3,2
4	1	2,4	9,63	23,112	20	43,112
5	2,3	0,92	10,1	9,292	8,75	18,042
6	2,3	0,92	10,1	9,292	8,75	18,042
7	8	2,5	11,3	28,25	9,38	37,63
8	1	0,6	2,9	1,74	1	2,74
9	1	0,88	1,3		1,144	1,144
10	0,9	1,1	3		3,3	3,3
11	1	0,66	5,3		3,498	3,498
12	1,1	2,5	9,5	23,75	22,24	45,99
13	1,8	1,5	4,3	6,45		6,45
14	1	6	7,2	43,2		43,2
15	1	0,9	4,3		3,87	3,87
16	8	2,5	11,3	28,25	71,75	100
17	1,6	2,7	7,8	21,06		21,06
18	8	10,85	15,79	171,3215		171,3215
19	1,8	2	6	12		12
20	2	2,67	9,8	26,166		26,166
21	1	1,1	2,4		2,64	2,64
22	1	1,4	3,7		5,18	5,18
23	1	1,1	2,4		2,64	2,64
24	0,3	2,5	2,8	7	3,2	10,2
25	0,5	1,2	1,2	1,44		1,44
26	8	16,5	30	495		495
27	8	16,5	8,6	141,9		141,9
28	1,4	1,6	4,3	6,88		6,88
29	1	0,9	2,2	1,98		1,98
30	8	2,7	4,3		11,61	11,61
31	1,4	1,6	3,7	5,92		5,92
32	0,95	1,2	12		14,4	14,4
33	1,35	1,3	11	14,3		14,3
34	8	2,5	11,3	28,25	181,75	210
35	0,95	1,2	12		14,4	14,4
36	1,75	3,7	5	18,5	3	21,5
37	2,2	2,4	4,6	11,04	12	23,04
38	0,9	1,1	2		2,2	2,2
39	1,7	1,6	3,2	5,12	3	8,12
40	0,9	0,96	1,82		1,7472	1,7472
41	0,9	0,82	1,95		1,599	1,599
42	8	2,5	11,3	28,25	181,75	210
43	1,9	0,8	2,5	2	3	5
44	1,8	1,5	5	7,5		7,5





#### **4.7. Distribución de la planta propuesta**

La distribución en planta es fundamental ya que determina la eficiencia y en algunas ocasiones la supervivencia de la empresa. Contribuye a la reducción del coste de fabricación tomando en cuenta los siguientes puntos:

- La distribución puede modificarse rápidamente para afrontar las circunstancias cambiantes, además se dispone de áreas amplias y de fácil acceso
- Se ha utilizado el máximo de volumen posible, como es el caso de haber instalado rieles transportadores para los carretes de las soldadoras mig, la ubicación de las sueldas mig una encima de la otra (para un máximo de tres soldadoras) que permite optimizar el área útil, el desplazamiento del tecele que permite mover materiales pesados y las diferentes partes de la estructura a lo largo de toda la sección estructuras.
- Todos los movimientos son los más necesarios y directos posibles en los que la materia prima se encuentra muy cerca de los puestos de trabajo, para luego el material trabajado llevarlo a las estanterías que serán un lugar de almacenamiento temporal.
- Se ha tomado en cuenta que la incomodidad para el trabajador sea la mínima posible dotando así: suficiente iluminación tanto natural como artificial, cercanía a los sanitarios, ubicación del material en el lugar correcto, menor distancia para el transporte de las partes construidas, etc.,
- Se puede notar que las rutas de recorrido están marcadas claramente, para que ninguna área de transito sea utilizada con fines de almacenamiento, ni aun en forma temporal.

##### **4.7.1. Factores para la distribución de la planta propuesta**

En la Distribución en Planta se hace necesario conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las interrelaciones existentes entre los mismos:

**Productos.-** Es necesario conocer los dos tipos de carrocería que se fabrican, su diseño, dimensiones, peso, etc., como también la cantidad de unidades producidas.

**Materiales.-** Se deben conocer los materiales que intervienen en la fabricación, sus características, su forma de almacenamiento, si entre ellos hay piezas ya terminadas o semiterminadas, etc.

**Maquinaria.-** Maquinaria que interviene, sus características de producción, capacidad, dimensiones, peso, necesidades de fuerza, herramientas, etc.

**Hombres.-** Otro conocimiento de gran importancia es el de los operarios que intervienen en toda la fabricación, no solo en la parte operativa, sino también en los transportes, almacenes, etc., y su categoría profesional.

**Movimientos de materiales y productos terminados.-** Recipientes o bandejas para el traslado de materiales, medios mecánicos para estos traslados, estanterías, armarios, etc., para los almacenamientos o esperas.

**Ciclo de fabricación.-** Naturalmente, el análisis de la situación actual es un factor primordial para decidir la distribución propuesta en planta. Se debe conocer el ciclo completo, operaciones, circulación, esperas, inspecciones, etc.

**Servicios.-** Se incluyen en este apartado los de mantenimiento, los servicios higiénicos, sanitarios, comedores que no tendrían dificultades.

**Cambio.-** Luego de un estricto análisis detallado utilizando diagramas de trabajo necesarios se pudo reubicar los puestos de trabajo de una forma adecuada.

#### **4.7.2. Cumplimiento de las normas de calidad**

Cualquier tipo de prima de supervisión ligada a la productividad, dependerá directamente de que tengan métodos y tiempos estándares equitativos.

Los obreros reciben más y mejor atención supervisora según un plan en que las bonificaciones de los supervisores están relacionadas con el rendimiento, la mayor parte de los planes de supervisión dan consideración a la productividad de un operario como el criterio principal para fijar tales primas o bonificaciones. Otros factores que suelen considerarse en las bonificaciones de supervisor son los costos de mano de obra indirecta, costo de los desperdicios, calidad del producto y mejoramiento de los métodos.

#### **4.7.3. Análisis del tipo de la distribución de la planta**

Luego de un análisis detallado relacionado a una distribución de planta podemos definir que la empresa VARMA S.A. cuenta con una distribución en planta por proceso (funcional) la misma que se mantendrá, debido a que la empresa fabrica varios modelos de carrocería, utilizando los mismos operarios y maquinarias, están distribuidas por secciones permitiendo trasladarse fácilmente los materiales de una sección a otra.

#### **4.7.4. Estudio de las distribuciones parciales**

Los modelos más fabricados son: Bus Interprovincial (Intercity Premier) con una producción del 45% de la producción total mientras que el Bus-Tipo (City Premier) que representa el 15%.

A continuación se detallan todos los puestos de trabajo con la que quedara de acuerdo a la distribución propuesta.

<b>Tabla VII: Listado de puestos de trabajo propuesto</b>			
<b>Nº</b>	<b>Puesto de trabajo/almacenaje</b>	<b>Nº</b>	<b>Puesto de trabajo/almacenaje</b>
1	Estantería de tubos (Estructuras)	47	Torno 1
2	Desengrase y Fostatizado	48	Torno 2 pequeño
3	Fondeado interno de tubería	49	Máquina dobladora Pulmax
4	Jig del piso	50	Mesa de trabajo tableros
5	Jig de laterales izquierdo	51	Mesa de trabajo de forro de cajuelas
6	Jig de laterales derecho	52	Mesa de trabajo máquinas herramientas
7	Montaje de piso, laterales y techo	53	Mesa de trabajo puertas y compuertas
8	Tronzadora 1 (piso, laterales)	54	Mesa de remachado
9	Mesa de trabajo 1(laterales)	55	Jig de mecanismos compuertas
10	Mesa de trabajo 2(piso)	56	Guillotina
11	Tronzadora 2 (techo)	57	Construcción de compuertas
12	Jig del techo	58	Construcción de puertas
13	Estantería de perfilaría preparada	59	Mesa de preparación de mecanismos puertas
14	Dobladora de tubos (techo)	60	Lijadora y esmeril
15	Mesa de trabajo 3 (techo)	61	Cortadora de disco (puertas y compuertas)
16	Estructuración de cajuelas, frente y respaldo	62	Taladro de pedestal - puertas y compuertas
17	Estanterías de planchas tool y aluminio	63	Mesa de trabajo división
18	Construcción de asientos	64	Mesa de trabajo tapa del motor
19	Estantería puerta, compuerta, frente y posterior	65	Estructuración de compuerta posterior
20	Cabina de pintura de asientos	66	Mesa de trabajo guardafangos
21	Mesa de trabajo 4 (Frente)	67	Preparación y pegado de cauchos
22	Mesa de trabajo 5 (posterior)	68	Preparación de pintura
23	Mesa de moldeo frente	69	Vestidura de canastillas
24	Jig de frente	70	Mesa de trabajo canastillas
25	Jig para barolar la tubería	71	Dobladora y cortadora de tubo aluminio
26	Elaboración de piezas en fibra vidrio	72	Sierra circular
27	Pintura de piezas en Fibra vidrio	73	Mesa de trabajo - corosil
28	Dobladora manual 1 (forro exterior)	74	Estantería aluminio
29	Baroladora (forro exterior)	75	Mesa de trabajo de electricidad
30	Adaptación de escape-guardalodos	76	Mesa de trabajo 1 (cabina)
31	Dobladora manual 2 (adaptaciones)	77	Mesa de trabajo 2 (cabina)
32	Preparación de forro de lateral izquierdo	78	Estantería de planchas triplex y marino
33	Almacenaje de boninas de aluzinc	79	Cabina de pintura
34	Vestidura de la carrocería	80	Dobladora manual 3
35	Preparación de forro de lateral derecho	81	Mesa de trabajo (forro interior)
36	Cortadora Gasparini	82	Preparación de vidrios pegados
37	Plegadora Gasparini	83	Bodega de virios y parabrisas
38	Mesa de trabajo acabados	84	Área de Acabados
39	Plegadora Casanova	85	Portarrollos de corosil y vinil
40	Mesa de acabados puertas y compuertas	86	Bodega
41	Mesa de trabajo cizalla	87	Estantería de Materiales de tapicería
42	Terminados de vestidura	88	Preparación de forros
43	Jig de la división para cabina	89	Tapizado de asientos
44	Estantería de Tubería, asientos, ejes.	90	Prueba de agua
45	Prensa Hidráulica	91	Limpieza general de la carrocería
46	Sierra de Vaivén Uniz		

- Los movimientos de cada material o semielaboradas de un lugar a otro se puede comprobar en las *tablas de doble entrada* de cada modelo de carrocería.
- La suma de los movimientos en los dos sentidos, se encuentra en las *tablas triangulares* tanto del Bus-Tipo como del Interprovincial.
- La suma de los movimientos ponderados con los porcentajes señalados, en la fabricación de los modelos **Intercity Premier** y **City Premier** se detalla en la *tabla triangular total*. Ver Diagrama 7.











Luego de un análisis bien estructurado se realizó un resumen de los movimientos entre los puestos de trabajo.

<b>Tabla VIII: Relación de movimientos entre los puestos de trabajo</b>					
RELACIONES	MOVIMIENTOS	%	RELACIONES	MOVIMIENTOS	%
17_36	2400	4,21	86-53	225	0,39
36_37	2370	4,16	2_11	225	0,39
34_37	1950	3,42	3_7	210	0,37
18_20	1320	2,32	30_34	210	0,37
89-84	1320	2,32	37_57	210	0,37
8_16	1200	2,11	44_66	210	0,37
1_8	1140	2,00	86-59	210	0,37
1_2	1065	1,87	46-47	210	0,37
2_3	1065	1,87	86-60	210	0,37
86-84	1050	1,84	60-67	210	0,37
14_15	960	1,68	62-57	210	0,37
88_89	795	1,40	28_37	195	0,34
34_56	720	1,26	30_37	195	0,34
8_4	660	1,16	36-16	195	0,34
85-73	660	1,16	81-68	195	0,34
5_8	600	1,05	72_89	195	0,34
6_8	600	1,05	13_9	180	0,32
3_8	570	1,00	12_15	180	0,32
86-75	555	0,97	33_36	180	0,32
9_8	555	0,97	57-54	180	0,32
54-37	540	0,95	37_58	180	0,32
75_84	540	0,95	56_66	180	0,32
86-34	540	0,95	37_67	180	0,32
13_7	480	0,84	66_68	180	0,32
2_18	450	0,79	86-18	180	0,32
78-72	435	0,76	87_89	180	0,32
86-68	435	0,76	47_48	180	0,32
7_8	420	0,74	28-34	180	0,32
66-34	420	0,74	19_23	180	0,32
58-62	420	0,74	19_2	180	0,32
23_34	405	0,71	11_14	165	0,29
57-34	405	0,71	14-16	165	0,29
73-34	390	0,68	68_79	165	0,29
71_84	390	0,68	67-65	165	0,29
26_27	360	0,63	86-38	165	0,29
18_45	360	0,63	38_84	150	0,26
57_68	360	0,63	57_31	150	0,26
33-32	345	0,61	22_34	150	0,26
86-52	345	0,61	58_68	150	0,26
52-57	345	0,61	37_76	150	0,26
74-39	315	0,55	26_81	150	0,26
11_15	300	0,53	40_84	150	0,26
32_34	300	0,53	70_84	150	0,26
19_61	300	0,53	86-91	150	0,26
32_37	285	0,50	86-57	150	0,26
74-71	285	0,50	1_11	135	0,24
82_84	285	0,50	19_22	135	0,24
83_84	285	0,50	23_24	135	0,24
37-16	270	0,47	19_34	135	0,24
36-57	270	0,47	30_36	135	0,24
44-46	270	0,47	27_50	135	0,24
23_26	255	0,45	47_55	135	0,24
36-34	255	0,45	37_64	135	0,24

86_89	255	0,45	37_70	135	0,24
26_34	240	0,42	72-34	135	0,24
68-42	240	0,42	72-68	135	0,24
31-54	240	0,42	83-82	135	0,24
19-18	225	0,39	36_84	135	0,24
34_53	225	0,39	69_84	135	0,24
59-34	225	0,39	86-70	135	0,24
2_61	225	0,39	27_77	135	0,24
37_63	225	0,39	37-41	135	0,24
65-34	225	0,39	41-13	135	0,24
37_84	225	0,39	13_12	120	0,21
20_89	225	0,39	13_16	120	0,21
34_64	120	0,21	58_27	75	0,13
37_66	120	0,21	27_40	75	0,13
73-38	120	0,21	19_30	75	0,13
73-68	120	0,21	83-42	75	0,13
75-34	120	0,21	50_84	75	0,13
30_84	120	0,21	4_7	60	0,11
68_84	120	0,21	9_5	60	0,11
86-58	120	0,21	9_6	60	0,11
86-67	120	0,21	7_9	60	0,11
48-59	120	0,21	7_12	60	0,11
59-58	120	0,21	23_16	60	0,11
53-58	120	0,21	32_35	60	0,11
37_13	120	0,21	35-34	60	0,11
37_50	120	0,21	37-9	60	0,11
42_82	120	0,21	37_18	60	0,11
11_16	105	0,18	55-34	60	0,11
74_84	105	0,18	58_34	60	0,11
42_50	105	0,18	61-58	60	0,11
68_76	105	0,18	44_70	60	0,11
76_84	105	0,18	37_77	60	0,11
67-58	105	0,18	36_81	60	0,11
44-52	105	0,18	37_81	60	0,11
52-18	105	0,18	21_84	60	0,11
18-47	105	0,18	27_84	60	0,11
36-51	105	0,18	64_38	60	0,11
51-68	105	0,18	77_84	60	0,11
53-57	105	0,18	84_90	60	0,11
67-58	105	0,18	90_91	60	0,11
67-57	105	0,18	46-18	60	0,11
61_43	90	0,16	18-48	60	0,11
43_63	90	0,16	5_7	60	0,11
63_40	90	0,16	6_7	60	0,11
29_34	90	0,16	68-16	60	0,11
66-31	90	0,16	68_91	60	0,11
13_11	90	0,16	79_84	60	0,11
11_23	90	0,16	86-63	45	0,08
11_25	90	0,16	13_15	45	0,08
17_56	90	0,16	16_24	45	0,08
17_57	90	0,16	22_26	45	0,08
2_57	90	0,16	36-23	45	0,08
47_59	90	0,16	37-7	45	0,08
61-34	90	0,16	36_59	45	0,08
63_16	90	0,16	65-26	45	0,08
63_34	90	0,16	37_68	45	0,08
36_63	90	0,16	18_68	45	0,08
64_16	90	0,16	71-38	45	0,08
2_66	90	0,16	71-70	45	0,08

36_66	90	0,16	57_84	45	0,08
26_68	90	0,16	39_70	45	0,08
68_70	90	0,16	48_55	45	0,08
70-69	90	0,16	61-57	45	0,08
72-70	90	0,16	73_84	45	0,08
73-69	90	0,16	27_89	45	0,08
73-70	90	0,16	11_21	30	0,05
75-69	90	0,16	16_21	30	0,05
34_76	90	0,16	19_25	30	0,05
56_84	90	0,16	55_57	30	0,05
59_84	90	0,16	86-27	30	0,05
86-16	90	0,16	68_90	30	0,05
86-69	90	0,16	19_11	15	0,03
26_89	90	0,16	23_25	15	0,03
37-29	90	0,16	16_26	15	0,03
30_42	90	0,16	44-34	15	0,03
66_84	90	0,16	34_77	15	0,03
87_88	90	0,16	86-7	15	0,03
			<b>TOTAL</b>	<b>56985</b>	<b>100</b>

#### 4.8.5 Diagrama de proximidad propuesto

La distribución propuesta de los puestos de trabajo se lo puede evidenciar mediante el diagrama de proximidad, donde se detallan la ubicación de los puestos junto con sus movimientos entre los puestos de trabajo. Ver Diagrama 8.



#### **4.8.6. Diagramas de recorrido general propuesto**

Para poder visualizar el recorrido de las carrocerías, así como de los materiales en la planta dentro de la distribución propuesta, se elaboró diagrama de recorrido general con el fin de indicar la forma con la cual se efectuaría el movimiento de materiales en la construcción de los dos modelos en cada sección (VER ANEXO 13).

#### **4.8.7. Diseño de la planta propuesta**

Para la distribución propuesta se realizó teniendo en cuenta las proyecciones a futuro tales como:

➤ **Tamaño:**

Para la distribución propuesta se ha tomado muy en cuenta primeramente las instalaciones eléctricas y neumáticas para las maquinarias que van a ser objeto de la nueva distribución, así también el espacio físico para mover cada uno de los puestos de trabajo entre las dos secciones más conflictivas, logrando reubicar de la mejor manera.

➤ **Altura requerida:**

La altura del techo con relación al piso es la adecuada en donde su espacio es aprovechado al máximo con la creación de mezanines donde se ubica la sección de tapicería y la creación del departamento de seguridad e higiene industrial.

➤ **Cargas por soportar:**

Para la distribución propuesta, el piso de las dos secciones más conflictivas que se propone reubicar debe soportar el peso de los transportes, herramientas, máquinas, estanterías, mesas de trabajo, etc. Donde las cargas a soportar de los puestos de trabajo deben ser consideradas en referencia a la siguiente tabla:

**Tabla IX:** Cargas vivas para la cimentación del piso.

INSTALACIONES	CARGAS (Kg/m <sup>2</sup> )
- Cuartos para habitación	• 195 kg/m <sup>2</sup>
- Oficinas y salones con asientos fijos.	• 244 kg/m <sup>2</sup>
- Pasillos y otros espacios donde una multitud pueda reunirse.	• 488 kg/m <sup>2</sup>
- Fabricas textiles.	• 244 a 488 kg/m <sup>2</sup>
- <b>Talleres mecánicos.</b>	• <b>244 a 976 kg/m<sup>2</sup></b>
- Fundiciones y bodegas.	• 976 a 1464 kg/m <sup>2</sup>
- <b>Sitios donde se tenga vibración.</b>	• <b>976 a 1464 kg/m<sup>2</sup> más un 25%</b>

**Fuente:** Texto de ingeniería de plantas

Ing. Víctor M. Fuertes

➤ **Acceso:**

El acceso hacia los puestos de trabajo es reubicado en forma ergonómica permitiendo moverse con facilidad al operario.

#### **4.8.8. Diagrama de distribución final de la planta propuesta**

Luego de haber realizado un estudio adecuado sobre la circulación de materiales, partes semielaboradas y operarios dentro de la planta, se propone la distribución final de la planta de producción para la fabricación de los dos modelos de carrocerías (ANEXO 14).

#### **4.6. Planificación propuesta**

La planificación de la producción es el conjunto de sucesos metódicos relacionados a dirigir la producción de un proceso productivo, mediante el cual se trata de controlar a operarios, máquinas y los materiales para producir con eficiencia, calidad adecuada en el tiempo requerido.



Por lo tanto la empresa VARMA S.A. para lograr sus objetivos deberá:

- Cumplir con las fechas establecidas
- Reducir los costos altos de producción utilizando eficazmente el personal, el equipo, la planta en general.
- Capacitar al personal de la planta.

Para la planificación propuesta se debe tomar en cuenta:

- Qué cantidad se va a producir.
- Las fechas de inicio y finalización del trabajo en cada una de sus fases.
- Que maquinaria y operarios se encargaran de realizar dichas operaciones.
- Estimar el costo que tendrá para la empresa la fabricación de una carrocería.

Toda esta planificación se deberá realizar en base a la información que dará el encargado departamento de diseño y planificación de lo siguiente:

- Mano de obra disponible.
- Maquinaria en perfectas condiciones.
- Materiales disponibles en bodega.
- Productos semielaborados.
- Coordinación de trabajo que deberá efectuarse.
- Medios para la ejecución.
- Información del personal necesario para llevarlo a cabo la fabricación de una carrocería.

Todos estos factores junto con las mejoras propuestas deben ser coordinados por el jefe de producción con su personal a cargo brindando toda la información necesaria, aumentando así la eficiencia en el trabajo.

Para que una planificación sea bien aceptada por los empleados esta debe ser informada con un lenguaje integro, cumpliendo con los requerimientos de los trabajadores (VER ANEXO 15).

#### **4.7. Capacitación y adiestramiento del personal**

La capacitación y adiestramiento del personal tiene la misión de actualizar a los trabajadores acerca de nuevos productos, métodos de trabajo, logrando así aumentar la productividad para lograr políticas de ascensos mejorando ingresos, obteniendo satisfacción tanto para la empresa como para los operarios.

La empresa debe facilitar la capacitación y formación profesional del personal de planta, debido a que la técnica y los métodos de trabajo siguen evolucionando constantemente.

El personal preparado no tendría dificultades a los nuevos diseños del producto que impongan por parte del departamento de diseño, sabiendo utilizar de forma adecuada los materiales, máquinas y el espacio de trabajo.

#### **4.8. Incentivos**

Para mejorar la productividad de la empresa es necesario generar un plan de incentivos ya sean económicos o no que motive al personal de la empresa VARMA S.A. a cumplir con sus labores mejorando su proceso productivo. Mediante el siguiente plan propuesto:

##### **4.8.1. Incentivos económicos.**

##### **Plan de incentivos área administrativa**

Para el Área Administrativa de la empresa podrían considerarse los siguientes planes de incentivos.

Para el Departamento de Ventas los incentivos económicos deberán ser: Adicional a un sueldo básico fijo, la comisión ganada por estas personas será del 10% por cada bus contratado.

Los encargados del Departamento de Recursos Humanos, Contabilidad, Asistencia de Gerencia y Recepción, anexo a su sueldo podrían recibir un bono del 10% de su salario por “cumplimiento”, bono que será analizado, del cumplimiento o no de sus responsabilidades determinadas en el Manual de Funciones de la empresa.

### **Plan de incentivos área de producción**

Tomando en consideración que en el Área de Producción se trabaja por sección y que cada sección representa un equipo, los incentivos en este caso sería un bono adicional del 3% a su sueldo básico, esto generará el cumplimiento de la misión del plan formando personas laboralmente competitivas en el mercado laboral.

### **Incentivos para la organización**

La empresa debe hacer una contabilidad real sobre sus **Utilidades anuales**, para que los trabajadores sean partícipes de éstas, esto, no solo porque representan un factor de motivación, sino también porque es una obligación legal que asume el empleador con el trabajador.

VARMA S.A. podría conseguir convenios educacionales con centros de preparación técnica como por ejemplo SECAP, para que los obreros de la planta tengan el alcance educacional, esto no solo beneficiará a los trabajadores de la planta, sino también, mejorará la calidad de los procesos de fabricación de las carrocerías, esto debido a que los obreros tendrían la obligación de poner en práctica lo aprendido.

#### **4.8.2. Incentivos no económicos**

Otras maneras de incentivar al personal, es por la aplicación de incentivos no económicos o reconocimiento, en VARMA S.A. estos incentivos no económicos podrían aplicarse de la siguiente manera:

A las personas que han realizado durante el mes un trabajo satisfactorio, ha cumplido con las normas y reglamentos de la empresa, y no se han convertido durante ningún momento en un obstáculo, podría recompensarles con una jornada laboral libre, planificada con anterioridad.

Otras formas más sencillas pero satisfactorias para el personal, podría ser la entrega de un reconocimiento a los mejores empleados, mediante una cena en una fecha especial con la presencia de todos los trabajadores y gerentes de diferentes áreas.

## CAPÍTULO V

























### 5. EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA

#### 5.1. Análisis de la productividad

Luego de haber realizado los diagramas pertinentes tanto para el método actual como para el propuesto con sus respectivos cambios realizados como: movimiento de puestos, creación de dispositivos para una mejor forma de transporte de los materiales, capacitación adecuada en el uso de los materiales etc., se pudo reducir algunos transportes, operaciones, demoras, almacenajes tanto en el bus-tipo como en el interprovincial, logrando así reducir el tiempo de fabricación de las carrocerías.

##### 5.1.1. Gráfico resumen diagrama proceso

Tabla X: Diagrama de proceso actual-propuesto

ACTUAL				PROPUESTO			
Resumen construcción carrocería		Resumen construcción carrocería		Resumen construcción carrocería		Resumen construcción carrocería	
BUSINTERPROVINCIAL		BUS-TIPO		BUSINTERPROVINCIAL		BUS-TIPO	
ACCIONES	ACTUAL	ACCIONES	ACTUAL	ACCIONES	PROPUEST.	ACCIONES	PROPUEST.
 Operación	829	 Operación	655	 Operación	823	 Operación	655
 Transporte	520	 Transporte	412	 Transporte	519	 Transporte	409
 Inspección	26	 Inspección	24	 Inspección	26	 Inspección	24
 operación comb.	5	 operación comb.	2	 operación comb.	6	 operación comb.	2
 Demora	72	 Demora	49	 Demora	71	 Demora	49
 Almacenaje	144	 Almacenaje	109	 Almacenaje	144	 Almacenaje	109
<b>Totales</b>	1596	<b>Totales</b>	1251	<b>Totales</b>	1589	<b>Totales</b>	1248
<b>Total Tiempo(min)</b>	86974,3	<b>Total Tiempo(min)</b>	57806,3	<b>Total Tiempo(min)</b>	85024,3	<b>Total Tiempo(min)</b>	57169,4
<b>Total Distancia(m)</b>	16850	<b>Total Distancia(m)</b>	13685	<b>Total Distancia(m)</b>	15037	<b>Total Distancia(m)</b>	11196

##### 5.1.2. Cálculo de la producción actual

Mediante la información obtenida de los tiempos de fabricación del diagrama de Gantt actual de los dos modelos de carrocerías y el número de personal empleado para la fabricación de las mismas (70), calculamos la productividad actual.

**Bus Interprovincial modelo INTERCITY PREMIER**

$$Productividad Física = \frac{1 \text{ bus elaborado}}{197 \text{ horas} \times 70 \text{ trabajadores}}$$

$$Productividad Física = 0,0000725 \text{ horas hombre del bus elaborado.}$$

**Bus Urbano modelo CITY PREMIER**

$$Productividad Física = \frac{1 \text{ bus elaborado}}{182 \text{ horas} \times 70 \text{ trabajadores}}$$

$$Productividad Física = 0,0000784 \text{ horas hombre del bus elaborado.}$$

**5.1.3. Cálculo de la producción propuesta**

Con la información obtenida de los tiempos de fabricación del **Diagrama Gantt Propuesto** de los dos modelos de carrocerías y el mismo número de personal empleado para la fabricación, obtenemos la productividad propuesta.

**Bus Interprovincial modelo INTERCITY PREMIER**

$$Productividad Física = \frac{1 \text{ bus elaborado}}{174 \text{ horas} \times 70 \text{ trabajadores}}$$

$$Productividad Física = 0.0000821 \text{ horas hombre del bus elaborado.}$$

**Bus Urbano modelo CITY PREMIER**

$$Productividad Física = \frac{1 \text{ bus elaborado}}{165 \text{ horas} \times 70 \text{ trabajadores}}$$

$$Productividad Física = 0.0000866 \text{ horas hombre del bus elaborado.}$$

**Tabla XI:** Indicadores de productividad

MODELO	INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD	
	ACTUAL	PROPUESTO
INTERCITY PREMIER	0,0000725	0,0000821
CITY PREMIER	0,0000784	0,0000866



**Figura 25:** Indicadores de productividad.

De acuerdo a los indicadores de productividad actual con la propuesta se puede demostrar claramente un aumento en cada modelo.

## 5.2. Costos de la producción actual

Con la ayuda del Microsoft Project obtenemos el costo de la mano de obra utilizada dependiendo del tiempo de fabricación de cada una de las carrocerías.

### Costo de la producción actual del Interprovincial

	Comienzo	Fin	
Actual	lun 01/06/09	vie 03/07/09	
Previsto	NOD	NOD	
Real	NOD	NOD	
Variación	0d	0d	
	Duración	Trabajo	Costo
Actual	24,54d	2.083,17h	\$ 2.939,17
Previsto	0d?	0h	\$ 0,00
Real	0d	0h	\$ 0,00
Restante	24,54d	2.083,17h	\$ 2.939,17

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN ACTUAL INTERCITY PREMIER</b>	
MATERIAL UTILIZADO	18.000,00
MANO DE OBRA DIRECTA	2.939,17
<b>COSTO PRIMO</b>	<b>20.939,17</b>
GASTOS GENERALES INDUSTRIALES	3.841,36
Mano de Obra Indirecta	1.092,76
Costos Indirectos Fabricación	1.965,48
Materiales Indirectos	783,13
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN INDIVIDUAL</b>	<b>24.780,53</b>

### Costo de la producción actual del Bus-Tipo

Estadísticas del proyecto 'City Premier actual'			
	Comienzo		Fin
Actual	lun 03/08/09		mié 02/09/09
Previsto	NOD		NOD
Real	NOD		NOD
Variación	0d		0d
	Duración	Trabajo	Costo
Actual	22,7d	1.481,98h	\$ 2.081,99
Previsto	0d?	0h	\$ 0,00
Real	0d	0h	\$ 0,00
Restante	22,7d	1.481,98h	\$ 2.081,99

COSTO DE PRODUCCIÓN ACTUAL CITY PREMIER	
MATERIAL UTILIZADO	14.000,00
MANO DE OBRA DIRECTA	2.081,99
<b>COSTO PRIMO</b>	<b>16.081,99</b>
GASTOS GENERALES INDUSTRIALES	3.841,36
Mano de Obra Indirecta	1.092,76
Costos Indirectos Fabricación	1.965,48
Materiales Indirectos	783,13
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN INDIVIDUAL</b>	<b>19.923,35</b>

### 5.3. Costo de la producción propuesta

Realizado el estudio en las secciones más conflictivas y reduciendo el tiempo de las operación de fabricación de las carrocerías, se logro reducir el costo de la mano de obra con la ayuda del programa Microsoft Project.

### Costo de la producción propuesto Bus Interprovincial.

Estadísticas del proyecto 'Intercity Premier propuesto'			
	Comienzo		Fin
Actual	lun 01/06/09		mar 30/06/09
Previsto	NOD		NOD
Real	NOD		NOD
Variación	0d		0d
	Duración	Trabajo	Costo
Actual	21,75d	1.992,48h	\$ 2.813,12
Previsto	0d?	0h	\$ 0,00
Real	0d	0h	\$ 0,00
Restante	21,75d	1.992,48h	\$ 2.813,12



<b>COSTO DE PRODUCCIÓN PROPUESTO INTERCITY PREMIER</b>	
MATERIAL UTILIZADO	18.000,00
MANO DE OBRA DIRECTA	2.813,13
<b>COSTO PRIMO</b>	<b>20.813,13</b>
GASTOS GENERALES INDUSTRIALES	3.841,36
Mano de Obra Indirecta	1.092,76
Costos Indirectos Fabricación	1.915,48
Materiales Indirectos	783,13
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>24.654,49</b>

### Costo de la producción propuesto de Bus-Tipo

	Comienzo	Fin	
Actual	lun 03/08/09	lun 31/08/09	
Previsto	NOD	NOD	
Real	NOD	NOD	
Variación	0d	0d	
	Duración	Trabajo	Costo
Actual	20,66d	1.468,35h	\$ 2.001,79
Previsto	0d?	0h	\$ 0,00
Real	0d	0h	\$ 0,00
Restante	20,66d	1.468,35h	\$ 2.001,79

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN PROPUESTO CITY PREMIER</b>	
MATERIAL UTILIZADO	14.000,00
MANO DE OBRA DIRECTA	2.001,79
<b>COSTO PRIMO</b>	<b>16.001,79</b>
GASTOS GENERALES INDUSTRIALES	3.841,36
Mano de Obra Indirecta	1.092,76
Costos Indirectos Fabricación	1.915,48
Materiales Indirectos	783,13
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>19.843,15</b>

### 5.4. Análisis comparativo entre los costos actuales vs la propuesta

Tabla XII: Costos Actuales

MODELO	COSTOS Y GASTOS (ACTUAL)			
	Costo Prod. Unitario (\$)	Gastos Distrib. (\$)	Costo de Venta (\$)	Beneficio Unit. (\$)
Intercity Premier	24.780,53	5.854,30	40.000,00	9.365,17
City Premier	19.923,35	4.056,24	29.000,00	5.020,41
<b>Utilidad unitaria total</b>				<b>14.385,58</b>

Tabla XIII: Costos Propuestos

MODELO	COSTOS Y GASTOS (PROPUESTO)			
	Costo Prod. Unitario (\$)	Gastos Distrib. (\$)	Costo de Venta (\$)	Beneficio Unit. (\$)
Intercity Premier	24.654,49	5.854,30	40.000,00	9.491,21
City Premier	19.843,15	4.056,24	29.000,00	5.100,61
<b>Utilidad unitaria total</b>				<b>14.591,82</b>

Tabla XIV: Costos actual y propuesto

MODELO	ACTUAL			PROPUESTO		
	Prod. Anual (Unid.)	Beneficio Unit. (\$)	Beneficio Total (\$)	Prod. Anual (Unid.)	Beneficio Unit. (\$)	Beneficio Total (\$)
Intercity Premier	26,00	9.365,17	243.494,42	29,00	9.491,21	275.245,09
City Premier	11,00	5.020,41	55.224,51	12,00	5.100,61	61.207,32
<b>Utilidad Neta</b>			<b>298.718,93</b>	<b>336.452,41</b>		

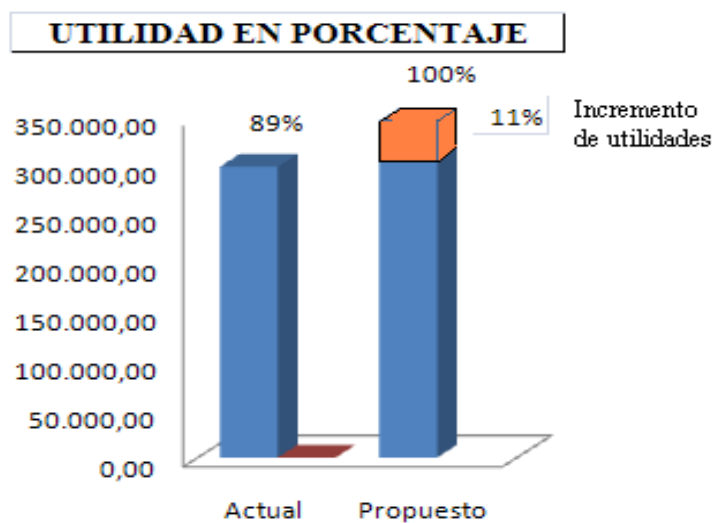


Figura 26: Utilidad en porcentaje.

## 5.5. Inversiones

Las inversiones a ejecutar en la empresa VARMA S.A en la redistribución de la planta y la creación de los nuevos puestos se detallan en lo siguiente:

- La construcción de mesas de trabajo para los acabados de las puertas y tapa del motor detallada en la redistribución propuesta, basados en un estudio ergonómico de los puestos de acuerdo al método de trabajo en la planta.



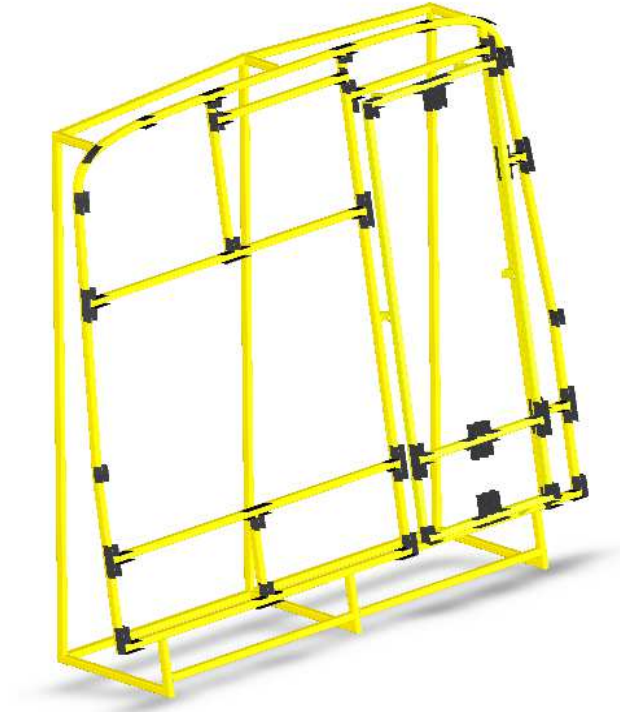
**Figura 27:** Mesa de acabados para puertas y tapa del motor

- Diseño y construcción de un coche que se empleara en la sección estructuras para el transporte de los materiales preparados mejorando así la fácil circulación tanto de los operarios como de materiales.



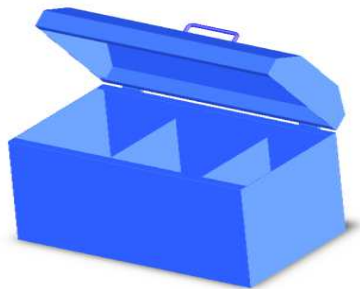
**Figura 28:** Coche portatubos

- La fabricación de un jig para la estructuración de la división en el caso de la carrocería Interprovincial, evitando así el retraso en las otras operaciones, diseñada de acuerdo a los planos ejecutados por el departamento técnico.



**Figura 29:** Jig de división para cabina

- Para el fácil manejo de las herramientas por parte de los operarios se ha diseñado una caja de herramientas de acuerdo a las necesidades en algunas secciones más conflictivas.



**Figura 30:** Caja de herramientas

- La seguridad industrial es primordial en cualquier tipo de empresa por lo tanto se propone la creación de este departamento.

### 5.5.1. Detalle de las inversiones

- **Inversión en la implementación del Departamento de seguridad e higiene industrial.**

Para el departamento de seguridad e higiene industrial se necesitará contratar un jefe líder, quien percibirá un sueldo mensual de 500 dólares.

**Tabla XV: Creación del Departamento Seguridad e Higiene Industrial.**

<b>Equipo de oficina</b>	<b>Cantidad (Unid.)</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Valor total (\$)</b>
Computador	1	450	700
Escritorio	1	89	89
Archivador	1	75	75
Silla	1	40	40
Armario	1	150	150
<b>Total (\$)</b>			<b>1054</b>

- **Inversión por los movimientos de los puestos de trabajo de la Sección puertas y compuertas.**

**Tabla XVI: Tiempos empleados por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo**

<b>Detalles</b>	<b>Cantidad</b>	<b>N° Hr</b>
<b>Máquinas</b>		
Tronzadora	1	8
Guillotina	1	
Esmeril	1	
Lijadora	1	
Taladro pedestal	1	
<b>Mesas de trabajo</b>		
Mesa de trabajo puertas y compuertas	1	5
Mesa de remachado	1	
Mesa – jig de mecanismo	1	
Mesas construcción compuertas	2	
Mesas construcción puertas	2	
Mesas de preparación mecanismos puertas	2	
Mesas de preparación y pegado cauchos	2	
Mesa construcción compuerta posterior	1	
Estantería forros preparados	1	
<b>Total máquinas y mesas a mover</b>	<b>18</b>	<b>13</b>

Tabla XVII: Costos de los materiales por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo

Material	Descripción	Cantidad	Unidades	Costo unitario (\$)	Costo Total (\$)
Cemento(Chimborazo)	Bases de las máquinas	23	Kg.	0,14	3,22
Arena	Bases de las máquinas	52	Kg.	0,05	2,6
Pernos 5"*5/8"(con tuerca)	Sujeción de bases	12	Unid.	3,2	38,4
Pintura amarilla		1	Lt.	3,72	3,72
Brocha 3 1/2"		1	Lt.	5	5
Thiñer		1	Lt.	1,65	1,65
Disco de corte	Corte de pernos	2	Unid.	2,5	5
<b>Costo total materiales (\$)</b>					<b>59,59</b>

Tabla XVIII: Costos de la mano de obra por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo

Mano obra	Cantidad	N° horas	Costo Hr. (\$)	Costo M. Ob. (\$)
Operarios	4	13	1,39	18,07
Ingeniero	1	13	2,78	36,14
<b>Otros</b>				
Operario del montacarga		4	3	12
Albañil	1	13	2	26
<b>Costo total materiales (\$)</b>				<b>92,21</b>

- **Inversión por los movimientos de los puestos de trabajo de la Sección Estructura de Asientos.**

Tabla XIX: Tiempos empleados por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo

Detalles	Cantidad	N° Hr
<b>Máquinas</b>		
Dobladora Manual	1	9
Dobladora Eléctrica	1	
Cizalla Manual	1	
Tronzadora	1	
Esmeril	1	
Taladro Pedestal	1	
Yunque	1	
<b>Mesas de trabajo</b>		
Mesa de trabajo 1	1	1
Mesa de trabajo 2	1	

Mesa de trabajo 3	1	5
Acodalado de asientos	1	
Armado de asientos RAE 100D	1	
Preparación material mecanismos	1	
Armado mecanismos asientos terminados	1	
Cabina de pintura asientos	1	
Estantería de asientos	1	
Estantería de material preparado	1	
<b>Total máquinas a mover</b>	<b>17</b>	<b>15</b>

**Tabla XX: Costos de los materiales por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo**

Material	Descripción	Cantidad	Unidades	Costo unitario (\$)	Costo Total (\$)
Cemento(Chimborazo)	Bases de las máquinas	46	Kg.	0,14	6,44
Arena	Bases de las máquinas	104	Kg.	0,05	5,2
Pernos 5"*5/8"(con tuerca)	Sujeción de bases	20	Unid.	3,2	64
Pintura amarilla	Señalización	2	Lt.	3,72	7,44
Thiñer	Señalización	1	Lt.	1,65	1,65
Brocha 3 1/2"		1	Lt.	5	5
Disco de corte	Corte de pernos	2	Unid.	2,5	5
<b>Costo total materiales (\$)</b>					<b>94,73</b>

**Tabla XXI: Costos de la mano de obra por movimientos de las máquinas y mesas de trabajo**

Mano obra	Cantidad	N° horas	Costo Hr. (\$)	Costo M.Ob (\$)
Operarios	5	15	1,39	20,85
Ingeniero	1	15	2,78	41,7
<b>Otros</b>				
Montacargas		4	3	12
Albañil	1	15	2	30
<b>Costo total de M. Obra (\$)</b>				<b>104,55</b>

- Inversión en la construcción de accesorios (división, coche, mesas y cajas).

**Tabla XXII: Costos de materiales para construcción del jig división para la cabina**

Material	Descripción	Longitud (mm)	Cantidad	Unidades	Costo unitario (\$)	Costo Total (\$)
Tubo cuadrado 30x30x2	Base apoyo jig	15124	2,52	Unid.	13,20	33,27
Tubo cuadrado 30x30x2	Marco del jig	17219	2,87	Unid.	13,20	37,88
Pletina 2"x1/8"	Topes	6560	1,09	Unid.	12,53	13,70
Soldadura mig						7,5
Fondo anticorrosivo			2	Lt.	2,96	5,92
Pintura amarilla			2	Lt.	3,72	7,44
Thiñer			1,5	Lt.	1,65	2,48
<b>Costo total materiales (\$)</b>						<b>108,19</b>

**Tabla XXIII: Costos de la mano de obra para construcción del jig división para la cabina**

Mano de obra	Cantidad	N° horas	Costo Hr.	Costo M.Ob
Operario	2	6	1,39	16,68
<b>Costo total mano de obra</b>				<b>16,68</b>
<b>COSTO TOTAL (\$)</b>				<b>124,87</b>

**Tabla XXIV: Costos de materiales para la construcción del coche porta tuberías**

Material	Descripción	Longitud (mm)	Cantidad	Unidades	Costo unitario (\$)	Costo Total (\$)
Tubo cuadrado 30x30x2	Estructura	1200	2,00	Unid.	13,20	26,40
Tubo redondo 30x30x2	Manubrios	3000	0,50	Unid.	10,52	5,26
Tabla triplex 12mm	Base		0,50	Pl.	20,93	10,47
Soldadura mig						7,5
Fondo anticorrosivo			1	Lt.	2,96	2,96
Pintura amarilla			1	Lt.	3,72	3,72
Thiñer			1	Lt.	1,65	1,65
Ruedas Ø 3" 1/2			4		8	32
<b>Costo total materiales (\$)</b>						<b>89,96</b>

**Tabla XXV: Costos de la mano de obra para la construcción del coche porta tuberías**

Mano de obra	Cantidad	N° horas	Costo Hr. (\$)	Costo M.Ob (\$)
Operario	2	4	1,39	11,12
<b>Costo total mano de obra</b>				<b>11,12</b>
<b>COSTO TOTAL (\$)</b>				<b>101,08</b>



Tabla XXVI: Costos de materiales para construcción de la mesa de acabados 1

Material	Descripción	Longitud (mm)	Cantidad	Unidades	Costo unitario (\$)	Costo Total (\$)
Tubo rectangular 60x30x2mm	Estructura	8700	1,45	Unid.	22,00	31,90
Tubo cuadrado 30x30x2mm	Refuerzos	2240	0,37	Unid.	13,20	4,93
Tabla triplex 12mm	Base		0,50	Pl.	20,93	10,47
Soldadura mig						7,5
Fondo anticorrosivo			1	Lt.	2,96	2,96
Pintura amarilla			1	Lt.	3,72	3,72
Thiñer			1	Lt.	1,65	1,65
Corosil		300x1200	1,5	M <sup>2</sup>		2,8
<b>Costo total materiales (\$)</b>						<b>65,92</b>

Tabla XXVII: Costos de la mano de obra para construcción de la mesa de acabados 1

Mano de obra	Cantidad	N° horas	Costo Hr. (\$)	Costo M.Ob (\$)
Operario	2	3	1,39	8,34
<b>Costo total mano de obra</b>				<b>8,34</b>
<b>COSTO TOTAL (\$)</b>				<b>74,26</b>

Tabla XXVIII: Costos de materiales para construcción de la mesa de acabados 2

Material	Descripción	Longitud (mm)	Cantidad	Unidades	Costo unitario (\$)	Costo Total (\$)
Tubo cuadrado 40x40x2mm	Estructura	9080	1,51	Unid.	17,69	26,77
Tubo cuadrado 40x40x2mm	Refuerzos	3680	0,61	Unid.	17,69	10,85
Tabla triplex 15mm	Tablón		0,50	Pl.	25,20	12,60
Soldadura mig						5,5
Fondo anticorrosivo			1	Lt.	2,96	2,96
Pintura amarilla			1	Lt.	3,72	3,72
Thiñer			1	Lt.	1,65	1,65
<b>Costo total materiales (\$)</b>						<b>64,05</b>

Tabla XXIX: Costos de la mano de obra para construcción de la mesa de acabados 2

Mano de obra	Cantidad	N° horas	Costo Hr. (\$)	Costo M.Ob (\$)
Operario	2	3	1,39	8,34
<b>Costo total mano de obra</b>				<b>8,34</b>
<b>COSTO TOTAL (\$)</b>				<b>72,39</b>

**Tabla XXX: Costos de materiales para construcción de la caja – herramientas**

Material	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario (\$)	Costo Total (\$)
Aluzinc 0,9mm	Carcasa	10,6	Kg.	27,40	13,70
Aluzinc 0,9mm	Tapa	10,6	Kg.	27,40	13,70
Aluzinc 0,9mm	División	10,6	Kg.	27,40	13,70
Soldadura mig					5,5
Fondo anticorrosivo		0,25	Lt.	2,96	0,74
Pintura azul marino		0,25	Lt.	3,72	0,93
Thiñer		0,25	Lt.	1,65	0,4125
Bisagras 3/8" x 1/2"		2	Lt.		0,75
Manija		1	Lt.		1,2
<b>Costo total materiales (\$)</b>					<b>50,63</b>

**Tabla XXXI: Costos de la mano de obra para construcción de la caja – herramientas**

Mano de obra	Cantidad	N° horas	Costo Hr. (\$)	Costo M.Ob (\$)
Operario	1	3	1,39	4,17
<b>Costo total mano de obra (\$)</b>				<b>4,17</b>

El costo de **una caja - herramientas** es de **54,8 dólares**.

El costo para **4 cajas - herramientas** es de **219,2 dólares**.

Los planos de los diseños para la construcción de estos accesorios según la propuesta se pueden apreciar en el ANEXO 17.

### 5.5.2. Inversión Total.

**Tabla XXXII: Cuadro de inversiones totales.**

DESCRIPCION	VALOR TOTAL
Inversión creación departamento	1054,00
Inversión por movimientos de puestos de trabajo	351,08
Inversión para la construcción de dispositivos	919,92
Inversión para la capacitación del personal de pintura	800,00
<b>TOTAL INVERSIONES (\$)</b>	<b>3125,00</b>

### **5.6. Período de Recuperación de la inversión (PRI)**

Es un método muy usado, se lo define como el espacio de tiempo necesario para que el flujo de recibos en efectivo, producidos por una inversión, iguale el desembolso de efectivo originalmente requerido para la misma inversión.

Si se espera que una inversión produzca un flujo uniforme de efectivo a través del tiempo, el período de repago se calcula dividiendo el monto de la inversión inicial por los ingresos netos esperados mensualmente o anualmente. Si el flujo de ganancias no es constante, será necesario sumar año a año hasta igualar la inversión inicial.

$$\text{Periodo de Recuperación de la Inversión} = \frac{\text{Inversión neta}}{\text{Utilidad Anual}}$$

$$\text{Periodo de Recuperación de Capital} = \frac{3125,00}{37.733,49}$$

**Período de recuperación de capital = 0,083 años = 30 días laborables**

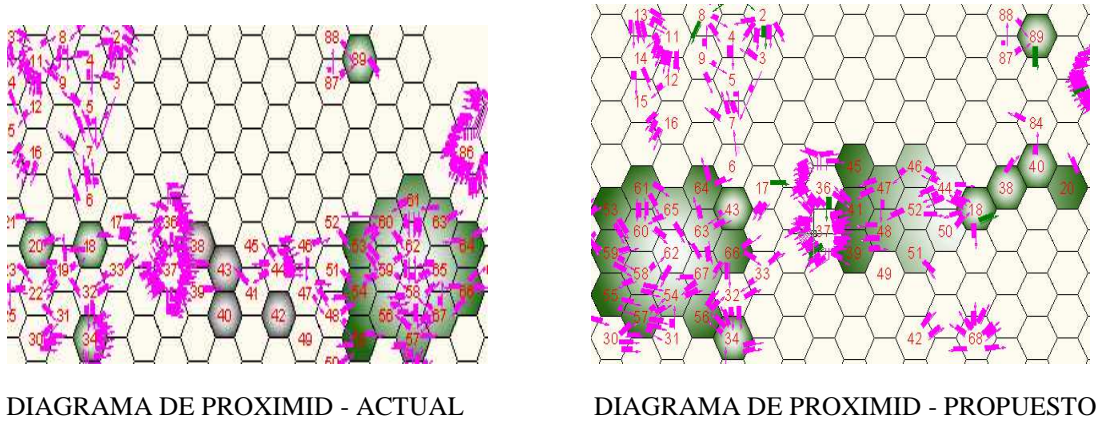
La empresa recuperará el capital invertido en **1 mes y 8 días laborables** al poner en práctica la nueva propuesta de reingeniería de la planta de producción.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

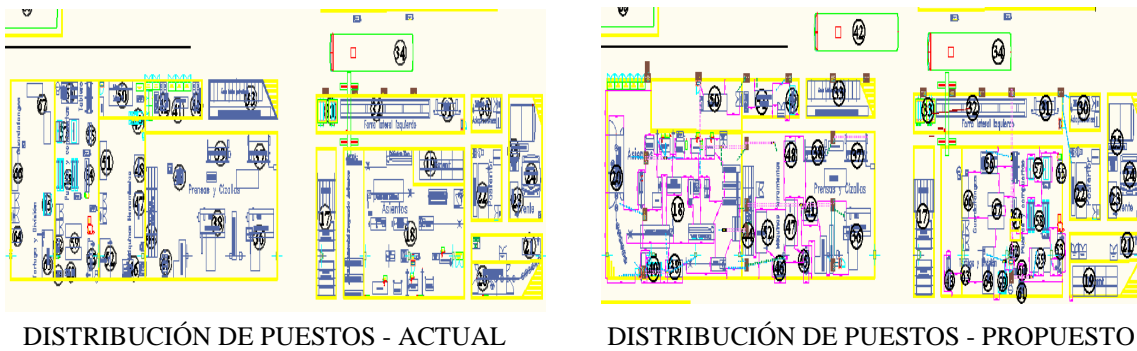
#### 6.1. Conclusiones

- ✚ La situación actual de la empresa presenta algunas falencias en diferentes secciones como son: estructuras, puertas – compuertas, división – tortuga y guardafangos. Existen numerosos movimientos en el transporte de materiales, así como también máquinas inutilizadas; la ubicación de algunos puestos de trabajo crean conflicto al momento del montaje; en las secciones forro exterior y preparación de pintura son donde se acumula el trabajo provocando retrasos en la producción. Existe el uso inadecuado de los materiales y la falta de motivación al personal.
  
- ✚ De acuerdo al análisis realizado se propone la construcción de un coche para transportar la tubería preparada en la sección de estructuras, las máquinas que ya no se están utilizando se debe retirar de la planta para poder reubicar otros puestos de trabajo, la construcción del jig de la división nos permitirá reducir la acumulación del personal en la carrocería, también se propone la reubicación de la sección asientos con la sección de puertas-compuertas ya que este último tiene mayor influencia en la construcción de la carrocería reduciendo así los movimientos y por último el uso adecuado de la masilla en la preparación de partes de la carrocería a través de una capacitación al personal de esta área, logrando reducir el tiempo de fabricación de la carrocería la cual genera utilidad.
  
- ✚ Con la reubicación propuesta los movimientos y las distancia en los transporte se reducen en los puestos mas conflictivos la cual se puede apreciar en el diagrama de proximidad, obteniendo así el aumento de productividad.



**Figura 31:** Diagrama de proximidad actual-propuesto

- Las instalaciones físicas, eléctricas, neumáticas fueron tomados muy en cuenta para la distribución propuesta, especialmente de las dos secciones más conflictivas reubicando así de una forma técnica y ergonómica los puestos de trabajo.

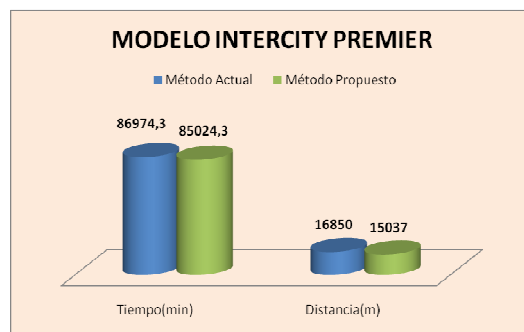


**Figura 32:** Distribución de puestos actual-propuesto

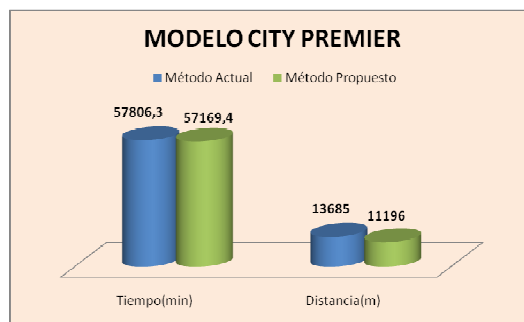
- Con el estudio realizado de la situación actual se pudo proponer un mejor método de trabajo en función de la redistribución de los puestos, generando reducción en las distancias y tiempos durante la fabricación de los dos modelos como se detalla a continuación:

**Tabla XXXIII: Diferencia Método actual – propuesto.**

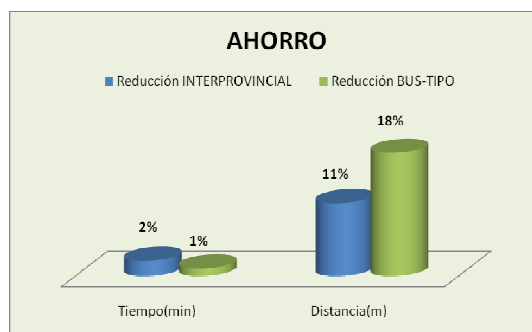
BUS INTERPROVINCIAL (INTERCITY PREMIER)				BUS TIPO (CITY PREMIER)			
ACCIONES	METODO ACTUAL	METODO PROPUEST.	AHORRO	ACCIONES	METODO ACTUAL	METODO PROPUEST.	AHORRO
Operación	829	823	6	Operación	655	655	0
Trasporte	520	519	1	Trasporte	412	409	3
Inspección	26	26	0	Inspección	24	24	0
operación comb.	5	5	0	operación comb.	2	2	0
Demora	72	71	1	Demora	49	49	0
Almacenaje	144	144	0	Almacenaje	109	109	0
<b>Totales</b>	<b>1596</b>	<b>1588</b>	<b>8</b>	<b>Totales</b>	<b>1251</b>	<b>1248</b>	<b>3</b>
<b>Total Tiempo(min)</b>	<b>86974,3</b>	<b>85024,3</b>	<b>1950</b>	<b>Total Tiempo(min)</b>	<b>57806,3</b>	<b>57169,4</b>	<b>636,9</b>
<b>Total Distancia(m)</b>	<b>16850</b>	<b>15037</b>	<b>1813</b>	<b>Total Distancia(m)</b>	<b>13685</b>	<b>11196</b>	<b>2489</b>



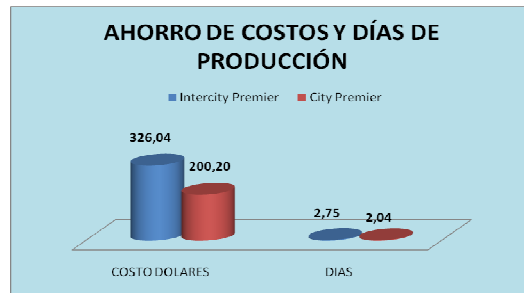
**Figura 33:** Comparaciones método actual – propuesto modelo INTERCITY PREMIER.



**Figura 34:** Comparaciones método actual – propuesto modelo CITY PREMIER.



**Figura 35:** Porcentajes de ahorro en cada modelo.



**Figura 36:** Ahorro de costos y días de producción.

- ✚ Con la ayuda del diagrama Gantt se logró reducir el tiempo de fabricación de las carrocerías como son; para el modelo *Intercity premier* de (24,5 a 21,75) días laborables y para el modelo *City premier* (22,7 a 20,66) días laborables, generando un aumento en productividad anual de (26 a 29) unidades en el caso del *Intercity premier* y de (11 a 12) unidades en el caso del *City premier*
- ✚ En la situación actual las utilidades anuales es de **298.718,93 dólares**, mientras que las utilidades anuales con la propuesta ascienden a **336.452,41 dólares**; obteniendo así una utilidad neta adicional anual de **37.733,49 dólares** que equivale al **11%** de incremento en las utilidades.
- ✚ Así también es importante mencionar que la inversión para esta reorganización es de apenas **3125,00 dólares**, la misma que es recuperable en **1 mes y 8 días laborables**.

## **6.2. Recomendaciones**

- Programar la producción de acuerdo de acuerdo a los tiempos propuestos por la tesis como también los métodos de trabajos propuestos para la fabricación de la carrocería modelos (Intercity-City) premier.
- Redistribuir los puestos de trabajo de acuerdo a la propuesta junto con la implementación de coches, jig de la división, mesas de trabajo, cajas de herramientas y otros dispositivos, tomando en cuenta los cambios efectuados en algunos puestos para la construcción de las carrocerías la cual les brinda una mejor ergonomía a los operarios.
- Implementar los nuevos métodos de trabajo para la fabricación de las carrocerías, incentivando a los trabajadores por su desempeño dentro de la planta de producción, generando así un ambiente agradable dentro de la empresa.
- Capacitar a los trabajadores especialmente de las secciones de estructura, pintura, división y tortuga en el uso adecuado de los materiales de acuerdo a los estándares de calidad de cada uno de los fabricantes de la materia prima. Así también la capacitación en otras ramas para mantener actualizado al personal.
- Se recomienda seguir implementando otros dispositivos que agilicen la transformación de la materia prima en carrocerías.
- Ejecutar planes de acción para la correcta utilización de los desechos generados por la empresa tomando en cuenta los daños que pueden generar al medio ambiente.
- Prever todas las condiciones de trabajo de las máquinas para su adecuada cimentación y garantizar el tiempo de vida útil de las mismas.