



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DESARROLLO DE UN PROCESO EFICIENTE PARA LA PRODUCCIÓN INTERMITENTE DE
RADIADORES DE COBRE DE VEHÍCULO LIVIANO EN LA EMPRESA
RADIADORES PORTOCARRERO S.A.**

Brenda Elizabeth Portocarrero Serrano

Asesorado por el Ing. Alejandro Estrada Martínez

Guatemala, junio de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN PROCESO EFICIENTE PARA LA PRODUCCIÓN INTERMITENTE DE
RADIADORES DE COBRE DE VEHÍCULO LIVIANO EN LA EMPRESA
RADIADORES PORTOCARRERO S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BRENDA ELIZABETH PORTOCARRERO SERRANO
ASESORADO POR EL ING. ALEJANDRO ESTRADA MARTÍNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA MECÁNICA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés De La Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
EXAMINADORA	Inga. Rosa Amarilis Dubon Mazariegos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DESARROLLO DE UN PROCESO EFICIENTE PARA LA PRODUCCIÓN INTERMITENTE DE
RADIADORES DE COBRE DE VEHÍCULO LIVIANO EN LA EMPRESA
RADIADORES PORTOCARRERO S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 14 de febrero de 2013.

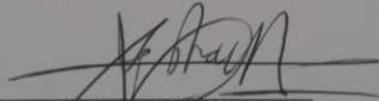
Brenda Elizabeth Portocarrero Serrano

Guatemala, 21 de enero de 2021

Director Escuela de Mecánica Industrial (EMI)
Ingeniero Cesar Urquizú:

Respetablemente me dirijo a usted; con el Objetivo de Informar que la Tesis presenta por la estudiante: Brenda Elizabeth Portocarrero Serrano quien se identifica con el carné estudiantil No. 2007-14852 y con el DPI No. 1690-97056-0501, la cual lleva por nombre: DESARROLLO DE UN PROCESO EFICIENTE PARA LA PRODUCCIÓN INTERMITENTE DE RADIADORES DE COBRE DE VEHÍCULO LIVIANO EN LA EMPRESA RADIADORES PORTOCARRERO S.A. ha sido revisada detalladamente, esta se encuentra actualizada con datos pertenecientes al 2021 por lo tanto; LA DOY APROBADA.

Atentamente:



Ingeniero Alejandro Estrada Martínez
Colegiado No. 5305

Alejandro Estrada Martínez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 5305



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.011.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DESARROLLO DE UN PROCESO EFICIENTE PARA LA PRODUCCIÓN INTERMITENTE DE RADIADORES DE COBRE DE VEHÍCULO LIVIANO EN LA EMPRESA RADIADORES PORTOCARRERO S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Brenda Elizabeth Portocarrero Serrano**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Renaldo Giron Alvarado
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5977

Ing. Renaldo Giron Alvarado
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2021.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.044.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DESARROLLO DE UN PROCESO EFICIENTE PARA LA PRODUCCIÓN INTERMITENTE DE RADIADORES DE COBRE DE VEHÍCULO LIVIANO EN LA EMPRESA RADIADORES PORTOCARRERO S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Brenda Elizabeth Portocarrero Serrano**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4.272

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2021.
/mgp



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101 - 24189102

DTG. 248.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE UN PROCESO EFICIENTE PARA LA PRODUCCIÓN INTERMITENTE DE RADIADORES DE COBRE DE VEHÍCULO LIVIANO EN LA EMPRESA RADIADORES PORTOCARRERO S.A.**, presentado por la estudiante universitaria: **Brenda Elizabeth Portocarrero Serrano**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

A blue ink signature of Inga. Anabela Cordova Estrada is written over a circular official stamp. The stamp contains the text 'UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA' at the top, 'DECANA' and 'FACULTAD DE INGENIERÍA' in the center, and a small star at the bottom. The stamp also features a smaller version of the university's emblem.

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, junio de 2021

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Puesto que todo lo puedo en Cristo que me fortalece.
Mi padre	Rudi Manolo Portocarrero Fuentes, por ser mi maestro, mi amigo, mi gran ejemplo de amor, paciencia, comprensión y mi gran amor, te amo.
Mi madre	María Teresa Serrano Castellano, por su paciencia y confianza plena en que llegaría hasta el final, aprendiendo de caídas, te amo.
Mi hermana	Darinka Portocarrero Serrano, por llenarme de esos abrazos y fortaleza en los momentos más duros de mi vida. Gracias por estar allí, te amo.
Mi hermano	Por último, solo por ser el más chiquito. Eres mi ejemplo de humildad, hermano, gracias por aceptar a tu familia tal y como somos. Te amo.
Mi esposo	Josué Eduardo Bazini Ordoñez, gracias por motivarme y apoyarme con amor. Te amo.
Mis hijas	Lucila y Cristina Portocarrero Serrano, mis lindos tesoros, las amo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi <i>alma máter</i> , donde pasé los 7 mejores años de mi vida, aprendiendo día a día (justamente como lo pensé de niña).
Facultad de Ingeniería	Por haberme dado las herramientas para enfrentarme al cambiante mundo.
Mis catedráticos	A los más de 50 con los que llevé cursos, pero muy especialmente a: Ing. Víctor Ruiz, Ing. Hugo Ramírez, Ing. Roberto Guzmán, Ing. Danilo Trejo, Ing. César Urquizú. Muchas gracias.
Mis amigos de la Facultad	Kelly Cortes, Sofia Antillón, Ludin Godínez, Marvin Pocon y Rafael Tabic; gracias por ayudarme en momentos tan importantes en mi vida.
Radiadores Portocarrero	La mejor empresa a nivel nacional de Radiadores. Gracias por permitirme trabajar en sus instalaciones, realizando las pruebas necesarias para la investigación, especialmente a todo el equipo de jóvenes y al gerente general: Rudi Portocarrero Fuentes.

1.2.2.	Características de los procesos en Radiadores Portocarrero	8
1.2.3.	Tipos de procesos	8
1.2.3.1.	Fabricación de tanques de latón para radiador	9
1.2.3.2.	Fabricación de paneles de cobre para radiador	11
1.3.	Eficiencia	11
1.3.1.	Definición	12
1.3.2.	Indicadores de eficiencia y eficacia	12
1.3.3.	Cálculo de eficiencia y eficacia	13
1.4.	Producción.....	14
1.4.1.	Definición	15
1.4.2.	Características	15
1.4.3.	Tipos	16
1.4.3.1.	Producción continua	16
1.4.3.2.	Producción intermitente.....	16
1.5.	Radiadores	17
1.5.1.	Definición de radiadores.....	17
1.5.2.	Partes de un radiador.....	17
1.5.3.	Tipos de radiadores.....	20
1.5.3.1.	Clasificación por el tipo de vehículo	20
1.5.3.2.	Clasificación por el tipo de material del radiador	20
1.5.4.	Sistema de enfriamiento.....	21
1.5.5.	Motores de combustión interna	22
1.6.	Automotores	26
1.6.1.	Características	26
1.6.2.	Tipos de vehículos	26

	1.6.2.1.	Livianos.....	27
	1.6.2.2.	Agrícolas	27
	1.6.2.3.	Industriales.....	28
	1.6.2.4.	Pesados	28
	1.6.2.5.	Otros	28
1.7.		Mantenimiento	28
	1.7.1.	Definición e importancia	29
	1.7.2.	Tipos de mantenimiento	30
		1.7.2.1. Mantenimiento preventivo	30
		1.7.2.2. Mantenimiento correctivo	30
		1.7.2.3. Mantenimiento predictivo	31
		1.7.2.4. Mantenimiento proactivo	31
	1.7.3.	Áreas con prioridad para el mantenimiento	31
1.8.		Mejora continua	32
	1.8.1.	Definición de calidad.....	32
	1.8.2.	Definición de mejora continua	32
	1.8.3.	Sistemas de control de calidad.....	32
		1.8.3.1. Norma ISO 9001	33
		1.8.3.2. Buenas prácticas de Manufactura.....	33
		1.8.3.3. Seis Sigma.....	33
		1.8.3.4. 5S	34
2.		SITUACIÓN SITUACIONAL.....	35
	2.1.	Departamento de Producción	35
		2.1.1. Área.....	36
		2.1.2. Responsabilidades	37
		2.1.2.1. Jefe de producción.....	37
		2.1.2.2. Subjefe.....	38
		2.1.2.3. Asistente	39

2.1.3.	Condiciones estructurales	39
2.1.4.	Distribución en planta	40
2.1.5.	Maquinaria y equipo	40
2.1.5.1.	Fabricación de tanques de latón para radiadores de cobre.....	40
2.1.6.	Deficiencia en el área de producción	41
2.2.	Departamento de Control de Calidad	42
2.2.1.	Área.....	42
2.2.2.	Responsabilidades	42
2.2.2.1.	Jefe.....	42
2.2.3.	Deficiencia en el departamento de calidad.....	43
2.3.	Departamento de empaque y almacenaje	43
2.3.1.	Área.....	43
2.3.1.1.	Asistente.....	44
2.3.2.	Deficiencia en el departamento de empaque y almacenaje.....	44
3.	PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL PROCESO EFICIENTE...	45
3.1.	Propuesta y alcances deseados.....	45
3.2.	Tanques de latón para radiador de cobre.....	46
3.2.1.	Maquinaria y equipo	46
3.2.2.	Proceso	51
3.2.3.	Diagrama de proceso	53
3.2.4.	Diagrama de flujo del proceso.....	56
3.3.	Panales para radiadores de cobre.....	59
3.3.1.	Maquinaria y equipo	59
3.3.2.	Proceso	66
3.3.3.	Diagrama de proceso	69
3.3.4.	Diagrama de flujo del proceso.....	71

3.4.	Tipo y diseño de planta para la fabricación de radiadores	74
3.4.1.	Planos de la planta industrial.....	74
3.4.2.	Tamaño y medidas óptimas de la planta	80
3.4.3.	Distribución de maquinaria dentro de la planta industrial	84
3.5.	Propuesta de un sistema de control de calidad	87
3.5.1.	Manual de calidad	88
3.5.2.	Control de los documentos.....	88
3.5.3.	Control de los registros.....	89
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	91
4.1.	Gastos de fabricación	91
4.1.1.	Costos variables	91
4.1.2.	Costos fijos	93
4.1.3.	Costos directos.....	94
4.1.4.	Costos indirectos	95
4.2.	Costo primo.....	96
4.2.1.	Mano de obra	97
4.2.2.	Materia prima.....	97
4.3.	Costo de producción mensual (con una producción aproximada de 10 radiadores diarios)	98
4.4.	Costos iniciales	99
4.5.	Productividad total del proceso de fabricación.....	101
4.5.1.	Medición de la productividad	101
4.5.2.	Tipos de productividad.....	103
4.6.	Cálculo de eficiencia respecto al proceso propuesto	104
5.	MEJORA CONTINUA	107
5.1.	Estadísticas actuales y esperadas.....	107

5.2.	Auditorías	108
5.2.1.	Auditorías internas	108
5.2.2.	Auditorías externas	108
5.3.	Resultados de aplicar un sistema de gestión de calidad	108
5.3.1.	Alcance de la mejora.....	109
5.4.	Mejoras esperadas al aplicar sistemas de gestión de calidad ..	109
5.4.1.	Mejoras esperadas en la fabricación de tanques	109
5.4.2.	Mejoras esperadas en la fabricación de panales para radiadores	109
CONCLUSIONES.....		111
RECOMENDACIONES		113
BIBLIOGRAFÍA.....		115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de Radiadores Portocarrero	3
2.	Organigrama de la empresa	6
3.	Partes de un radiador	18
4.	Tubos y celdas de un radiador.....	19
5.	Dobladora	47
6.	Barreno de pedestal	49
7.	Diagrama de proceso para la fabricación de tanques de latón	54
8.	Diagrama de flujo proceso para la fabricación de tanques de latón	57
9.	Radiador	60
10.	Perforadora.....	61
11.	Perforadora desde otro ángulo	62
12.	Troqueladora	63
13.	Mesa ensambladora	64
14.	Máquina con resistencias para estaño	65
15.	Diagrama de proceso para la fabricación de panales de cobre	69
16.	Diagrama de flujo proceso para la fabricación de panales de cobre ...	72
17.	Estadísticas de producción	107

TABLAS

I.	Fórmulas de eficacia, eficiencia, efectividad	14
II.	Gastos de fabricación.....	91
III.	Cálculo de consumo de energía	92
IV.	Costos respecto al cálculo de energía.....	93
V.	Cálculo de costos fijos.....	94
VI.	Cálculo de costos directos.....	95
VII.	Cálculo de costos indirectos.....	96
VIII.	Costo primo	96
IX.	Mano de obra	97
X.	Materia prima	98
XI.	Costos de producción mensual	98
XII.	Costos iniciales	99
XIII.	Determinación de la tasa interna de retorno para la implementación del proceso eficiente de fabricación de radiadores completos para vehículos de cobre	100
XIV.	De eficiencia y efectividad	104
XV.	Datos esperados	105
XVI.	Datos alcanzados	105

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cm	Centímetros
HZ	Hertz
Kg	Kilogramo
M	Metro
Min	Minuto
Mm	Milímetro
Pc	Pieza
Rpm	Revoluciones por minuto
V	Voltaje
“	Pulgadas
°	Grado centígrado, dimensional de temperatura

GLOSARIO

Aletas	Es una parte de los radiadores, no todos la traen, su función es ajustar el radiador al vehículo.
Boquilla	Son básicamente cualquiera de las entradas o salidas del radiador.
Grifo	Es una salida de agua en el radiador para que al momento de desmontar el radiador del vehículo, se corra menos peligro al quitar la manguera de salida de este.
ISO	Organización Internacional de Normalización por sus siglas en inglés (International Organization for Standardization).
Panal	El radiador está compuesto por 2 tanques y un panel; este es técnicamente, el cuerpo del radiador.
Radiador	Parte del sistema de enfriamiento cuya función es, intercambiar el calor al medio ambiente.
Soldador	Aquella persona cuyo oficio es soldar.

RESUMEN

La empresa Radiadores Portocarrero Escuintla, fue fundada como una empresa encargada de reparar radiadores de automotores por Rudi Manolo Portocarrero Fuentes, lo único con el que el fundador contaba el 18 de febrero de 1982 era con la fe de que 'todo se puede en Cristo que nos fortalece'.

El radiador es una parte muy importante del sistema de enfriamiento, puesto que, es en este donde se realiza la transferencia de calor. Es decir, es en el radiador donde el calor del motor es disipado al exterior. El radiador está compuesto por una serie de partes, dentro de las más importantes y comunes se pueden mencionar: tanques, panal, aletas y grifo.

La fabricación de radiadores cuenta con dos procesos principales: la fabricación de tanques y la fabricación y diseño de panal. El proceso que actualmente se realiza con mayor práctica en Radiadores Portocarrero es el de fabricación de tanques.

El objetivo de esta investigación es generar una propuesta al desarrollo de un proceso eficiente para la fabricación de radiadores completos. Para dicho proceso, se requiere de una serie de maquinaria y equipo: dobladora, barreno de pedestal, perforadora de flejes, troqueladora, mesa de ensamblado, máquina de recipiente de estaño. Las especificaciones y los precios de estas fueron enviadas por medio de cotizaciones, las cuales se encuentran adjuntas como anexos.

El diseño de la planta para la fabricación de radiadores completos es determinado por una serie de planos, con los que se busca ilustrar la posición de la maquinaria, para que se realice el proceso con las mejores prácticas, que permitiendo así, realizar el proceso de manera eficiente.

La parte más importante de la implementación de la propuesta ha sido la obtención del monto aproximado requerido como inversión inicial, e igualmente un estimado necesario para la producción mensual. Este cálculo de presupuesto está determinado por una serie de costos: gastos de fabricación, costos variables, costos fijos y costos directos.

Las estadísticas muestran que la mejora continua es una necesaria aplicación en Radiadores Portocarrero porque mejorará las ventas y, como consecuencia, los ingresos; así mismo, garantizará el cumplimiento de estándares definidos por los clientes.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un proceso eficiente en la producción intermitente de radiadores de cobre de vehículo liviano para la empresa Radiadores Portocarrero S.A.

Específicos

1. Describir los problemas observados en el proceso actual de fabricación de radiadores.
2. Determinar un proceso que permita la optimización de materia prima, mano de obra, tiempos, entre otros.
3. Definir los índices de eficiencia como parámetros necesarios para una mejora continua en el proceso de fabricación de radiadores de cobre de vehículo liviano.
4. Definir el tipo de maquinaria y equipo requerido para llevar a cabo la fabricación de tanques y panales de radiadores.
5. Definir el área necesaria en la realización de la distribución de maquinaria y equipo para la producción intermitente de radiador de cobre de vehículo liviano.

6. Determinar la tasa interna de retorno para la implementación de un proceso eficiente en la fabricación de radiador de cobre de vehículo liviano.
7. Analizar las oportunidades de mejora dentro del nuevo proceso de fabricación de radiadores.

HIPÓTESIS

Con el diseño de un sistema eficiente de producción intermitente de radiadores de cobre de vehículo liviano para Radiadores Portocarrero S.A. se conseguirá a mediano plazo (de 6 a 12 meses) la retribución de la inversión inicial y la mejoría de los ingresos empresariales; así mismo, una productividad significativa que permita a Radiadores Portocarrero colocarse en el mercado como líder en la fabricación de radiadores completos.

Hipótesis alternativa

Para el desarrollo del presente trabajo de graduación se describen los siguientes supuestos.

- La producción de Radiadores Portocarrero es una producción no controlada.
- Se deben establecer nuevos parámetros para determinar la eficiencia en el nuevo proceso.
- Existe falta de capacitación sobre la necesidad de eficiencia en cada uno de los pasos que conforman el proceso de fabricación de tanques.
- Si existiera una planificación adecuada de la producción mediante estándares productivos, se podrían mantener niveles óptimos de inventario así como de producto terminado.

- Mediante el control obtenido con la aplicación de las propuestas se obtiene una reducción de desechos y reprocesos que permiten aumentar la eficiencia y tener un cuidado del medio ambiente.
- El tamaño de la planta dependerá directamente de la maquinaria necesaria para la fabricación de radiadores de cobre de vehículo liviano.
- La distribución de la planta está relacionada directamente con la secuencia necesaria de la maquinaria para una producción intermitente.

INTRODUCCIÓN

Radiadores Portocarrero es una empresa dedicada a la reparación, reconstrucción y fabricación de tanques para radiadores de todo tipo de automotores: livianos (sedan y otros), agrícolas (autobuses, camiones de volteo, entre otros) y sistemas de enfriamiento industriales. Dichas reparaciones o fabricaciones se realizan para radiadores tanto de aluminio como de cobre.

Como parte de la innovación necesaria dentro de la empresa, se tiene planeada la implementación de la fabricación de radiadores completos (panales y tanques) de cobre de vehículo liviano, para lo cual es necesario una adecuada planificación. El presente trabajo de graduación tiene como objetivo el desarrollo de un proceso eficiente en la producción intermitente de radiadores de cobre de vehículo liviano para la empresa Radiadores Portocarrero S.A.

Cabría mencionar que un proceso eficiente es aquel que, garantiza alcanzar los objetivos propuestos por la empresa con un uso adecuado de los materiales e insumos necesarios en la fabricación de radiadores. Como parte del planeamiento de un proceso eficiente se ha definido nueva maquinaria, adecuada distribución, de la misma y un diseño de la planta acorde a los reglamentos de seguridad industrial.

En Radiadores Portocarrero se realiza una producción intermitente la cual se caracteriza por el sistema productivo en lotes de fabricación, que se limita a un nivel de producción, seguido por otro lote de radiadores diferentes.

La complejidad de la fabricación de radiadores depende del tipo de material con el cual se planifique trabajar; por ejemplo, actualmente es común la manufactura de radiadores con los tanques de polietileno y el panel de aluminio; sin embargo, con el objetivo de disminuir costos se ha planteado trabajar con tanques de latón y panel de cobre.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Generalidades de la empresa

Radiadores Portocarrero se dedica principalmente a la reparación de todo tipo de radiadores, dentro de los materiales más comunes que se utilizan para fabricar radiadores están: el cobre y el aluminio, principalmente. Las reparaciones se realizan principalmente por oxidación de estos que producen pequeñas fugas las cuales alteran la presión y, por ende, la temperatura de los radiadores.

1.1.1. Reseña histórica

Radiadores Portocarrero es una empresa guatemalteca con presencia en nueve departamentos: Guatemala, Escuintla, Retalhuleu, Suchitepéquez, Huehuetenango, Petén, Quetzaltenango e Izabal. Cada uno de los talleres tiene administración independiente. El primer taller de Radiadores Portocarrero fue abierto al público el 25 de marzo de 1972 por Herminio Portocarrero y Marco Tulio Portocarrero. Este se ubica actualmente en ruta 5, 3-40 zona 4, así mismo, la segunda sucursal fue abierta al público dos años después en la 4ª calle 19-44 zona 6.

Rudi Portocarrero, hermano de Herminio Portocarrero, después de 5 años de trabajar en la sucursal de la zona 4 decide independizarse y abrir su propia sucursal a la edad de 19 años. Inicialmente, se apertura en Xela, Quetzaltenango; sin embargo, tras cinco años, la empresa fue reubicada a Escuintla, Escuintla. La tercera empresa de Radiadores Portocarrero abre sus

puertas al público el 18 de febrero de 1982. Con la filosofía de hacer las cosas bien desde el inicio.

En febrero 2005 se abre una nueva sucursal, bajo la administración de Rudi Portocarrero; para complementar el servicio de la costa sur en la ciudad de Rio Bravo, del departamento de Suchitepéquez. Del mismo modo se apertura un taller más en Retalhuleu del departamento de Retalhuleu el 4 de abril de 2009. Fue Rudi Portocarrero, quien el 12 de octubre de 2008 constituyó la sociedad Radiadores Portocarrero S.A. de la cual es actual dueño con nombre comercial: Radiadores Portocarrero a nivel nacional. Así mismo, se registra como propiedad intelectual de la empresa el logo de esta.

1.1.2. Ubicación

Como se ha mencionado anteriormente, los talleres de Radiadores Portocarrero es un negocio familiar que inició en 1972, con el hermano mayor de cuatro hermanos. Esta investigación se realiza en el taller de Escuintla, el cual es administrado por Rudi Portocarrero; el taller está ubicado en la avenida Centroamérica 13-56 zona 3, Escuintla, Escuintla. Se ha elegido esta zona y este taller puesto que cuenta con amplias instalaciones, así mismo, con el equipo y la maquinaria para la fabricación de radiadores.

Figura 1. **Ubicación de Radiadores Portocarrero**



Fuente: PORTOCARRERO, Rudi. *Ubicación radiadores Portocarrero.*

<https://maps.google.com/?ll=14.29611,-90.78244&z=17&t=h..> Consulta: 20 de noviembre de 2020.

1.1.3. Visión

Con la ayuda de Dios brindar soluciones accesibles económicamente y de alta calidad a los problemas de calentamiento de motores de combustión interna de los guatemaltecos con radiadores nuevos de cobre y aluminio o reparaciones de estos, aplicando alta tecnología y buscando la satisfacción de empleados y clientes.

1.1.4. Misión

Con la ayuda de Dios ofrecer soluciones prácticas, económicas y garantizadas a los problemas de calentamiento de la costa sur de Guatemala. Logrando satisfacción de clientes y empleados.

- Actividades

Radiadores Portocarrero es una empresa encargada principalmente en las reparaciones de radiadores de todo tipo de motores de combustión interna. Así mismo, se realizan fabricaciones de tanques para radiadores en materiales como aluminio y cobre.

1.1.4.1. Reparación de radiadores de cobre o de aluminio

Existen diferentes tipos de reparaciones para un radiador; la soldadura de fugas ubicadas en el panel, soldadura fugas ubicadas en boquillas y tanques. Estas reparaciones dependen directamente del tipo de material y vehículo.

1.1.4.2. Cambio de paneles de radiadores de cobre

Los paneles consisten en una serie de tubos de latón o de aluminio que permiten el recorrido del agua caliente, que lleva a cabo la transferencia del calor del agua al panel, el cual envía el calor al exterior.

1.1.4.3. Cambio de tanques a radiadores de cobre

Un radiador está dividido en dos importantes partes, el panel y los tanques (superior e inferior). Los tanques de un radiador tienen medidas y diseños determinados, ya que depende del tipo de vehículo y marca de este. Por lo tanto, en Radiadores Portocarrero se llevan a cabo los cambios de estos tanques, cuando lo que se ha presentado ha sido un aumento de la presión interna del mismo y ha reventado el tanque original de plástico.

1.1.4.4. Venta de radiadores nuevos y usados

La venta de radiadores nuevos y usados es parte de los servicios proporcionados por la empresa con el objetivo de brindar otra solución al cliente, consiste en ofrecer el radiador completo, únicamente para ser removido y colocado al vehículo.

1.1.5. Organización

En Radiadores Portocarrero se observa una organización vertical, de la siguiente manera:

- Gerente general
- Asistente de gerencia
- Encargados de sucursal
- Soldadores y ayudantes

Cada uno de estos realiza una función importante y específica dentro de la empresa.

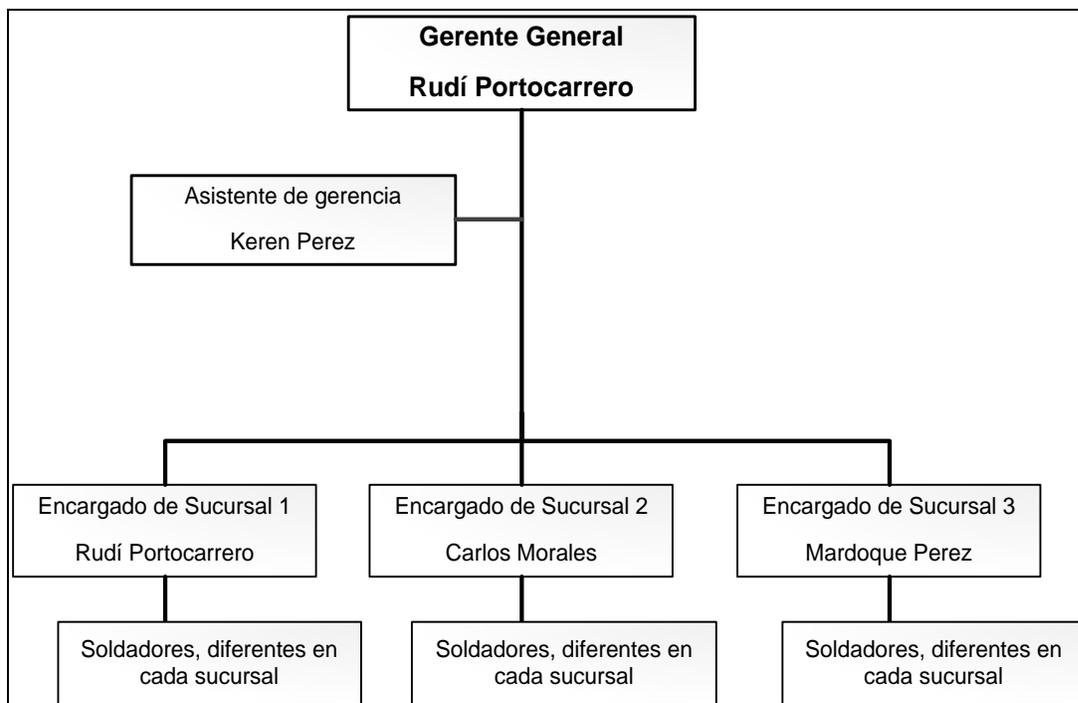
1.1.5.1. Organigrama de la empresa

En este apartado se presenta el organigrama de la empresa, que es un instrumento que se utiliza para plasmar de forma gráfica la estructura que tiene la organización en virtud de:

- Brindar una visión panorámica y de conjunto de la empresa.
- Indicar cómo se reparte el liderazgo en la estructura y si se centraliza o descentraliza la toma de decisiones.

- Indicar los cauces de comunicación de la información a trasladarse.
- Identificar vertiginosamente las relaciones que existen entre cada uno de los órganos o miembros de la empresa.
- Presentar la estructura formal de la organización.
- Conocer fácilmente de quiénes se depende.

Figura 2. **Organigrama de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

1.1.5.2. **Puestos y funciones**

Existen diferentes puestos y funciones dentro de la empresa, con el objetivo de disminuir la carga laboral de los compañeros.

- Gerente general

Actualmente, Rudi Portocarrero Fuentes, gerente general y representante legal es quien determina y acepta las propuestas de los encargados de sucursales, autoriza precios y descuentos para los clientes.

- Asistente de gerencia

Keren Pérez es la señorita que actualmente ocupa el puesto de asistente de gerencia. Dentro de las funciones de esta posición están: emisión de facturas, análisis de créditos y realización de estados financieros, así como preparar y determinar la agenda del gerente general.

- Supervisor de sucursal

Esta persona cumple la función de encargado de la respectiva sucursal, emitiendo facturas, que atiende a los clientes y que administra el personal y el material de cada una de estas.

- Soldadores y ayudantes

Esta es la línea principal productiva, la calidad depende del tipo de trabajo que realicen los equipos. Básicamente dentro de las actividades que se realizan se tienen; quitado del radiador del carro, limpieza del radiador interna y externamente, soldadura de fugas, cambio de tanques, cambio de paneles, entre otros.

1.2. Procesos que se realizan en la empresa

Por la gran variedad de materiales y radiadores que existen en el mercado guatemalteco, los procesos son variados y deben realizarse con mucha precisión.

1.2.1. Definición de proceso

Los procesos son una sucesión de elementos que permiten la transformación de materia prima para llevar a cabo el producto terminado. En Radiadores Portocarrero los procesos son realmente específicos para cada radiador, cada vehículo, entre otros. Los procesos dependen del tipo de material con que se realice el radiador o la reparación.

1.2.2. Características de los procesos en Radiadores Portocarrero

Los procesos pueden ser elaborados en dos tipos de materiales: cobre y aluminio. Los tipos de radiador dependen del tipo de vehículo en que se realice la reparación. La característica principal en los procesos es el uso de materia prima de alta calidad y la supervisión del trabajo realizado para garantizar la corrección de este.

1.2.3. Tipos de procesos

Como se ha mencionado anteriormente, Radiadores Portocarrero cuenta con dos procesos principales: la fabricación de tanques de latón para radiador y la fabricación de paneles de cobre para radiador.

1.2.3.1. Fabricación de tanques de latón para radiador

El proceso inicia con la llegada del cliente a la empresa; a continuación, se realiza de la manera más rápida posible los siguientes pasos:

- Toma de datos del cliente y llenado de solicitud de servicio del radiador.
- Observación y diagnóstico de las posibles causas del calentamiento.
- Entrega de contraseña al cliente cuando se recibe el vehículo y este autoriza el servicio.
- Asignación del servicio al mecánico en turno para remover el radiador del vehículo utilizando las herramientas adecuadas y realizando el procedimiento establecido.
- Identificación del radiador ya desmontado por medio de un *stiker* que se llena con los datos del vehículo.
- El radiador pasa al área de soldadura para que con una antorcha de calentamiento se le quite el estaño del tanque superior, luego poder abrir el radiador y separarlo en sus componentes (tanque y panel).
- El panel es llevado al área de lavado. Para realizar la limpieza del panel se debe elegir una varilla adecuada según el tamaño de los tubos del radiador. Se lava dos veces con jabón todos los tubos y se desagua una vez. Luego se aplica agua a presión para limpiarlo externamente.

- El tanque es llevado al área de diseño donde se realiza el tanque con las mismas características del original.
- El radiador limpio regresa al área de soldadura donde se debe soldar el tanque que se ha elaborado.
- Se colocan hules en las salidas del radiador
- Luego se realiza la prueba de sellado, la cual consiste en introducir el radiador dentro de una pileta con agua y se aplica aire a presión.
- Al verificar que el radiador carece de fugas, se pinta para protegerlo de la corrosión.
- Se coloca el radiador en el vehículo correspondiente según su identificación.
- El mecánico debe informar al supervisor que el trabajo está terminado
- El supervisor realiza la prueba de funcionamiento del radiador encendiendo el carro hasta que llegue a encender los ventiladores o hasta que el indicador de temperatura alcance la mitad del lector de temperatura.
- Si el radiador funciona correctamente, el vehículo puede ser entregado al cliente, para lo cual este debe presentar la contraseña que se le entregó en la recepción del vehículo.

1.2.3.2. Fabricación de paneles de cobre para radiador

El proceso inicia con la medición del radiador que se desea reemplazar; luego, proceden los siguientes pasos:

- Luego se introducen el material a la máquina la cual realiza los canales necesarios para facilitar la transmisión de calor.
- Así mismo, este material se envía a la cama de ensamblaje.
- Los tubos son introducidos por medio de los canales realizados para ello en el punto No. 1.

1.3. Eficiencia

“La eficiencia es muy importante, sin ella, no habría organizaciones; con ella hay menos organizaciones, los expertos en eficiencia están más contentos cuando hay menos costos, incluso si esto implica que haya menos clientes.”¹

La eficiencia actúa en el ámbito interno de la empresa, la eficiencia permite ajustar estrategias y acciones de manera que se puedan aprovechar las oportunidades o neutralizar las amenazas que se presenten en el proceso de la determinada empresa, en este caso: Radiadores Portocarrero.

La eficiencia hace énfasis en los medios, hacer las cosas correctamente, solucionar problemas, disminuir gastos, cumplir tareas y obligaciones, capacitar

¹ PORTOCARRERO. Rudy. *Manual interno*. p. 25.

a los subordinados, aplicar un enfoque reactivo. Referente a los resultados, lograr objetivos, crear valores (principalmente para el cliente).

Centrarse en la eficiencia puede conducir a 'bajar costos a toda costa'. Basta con recorrer todo el proceso de la empresa y determinar dónde 'se debe' rebajar los costos. Trabajar por la eficacia es más difícil, se debe pensar en lo que sucede afuera, en cómo generar valor para los clientes y con esto, para la propia empresa, qué tendencias se pueden avizorar, qué está haciendo la competencia, entre otros.

1.3.1. Definición

Según las definiciones de la ISO 9000, proceso es el conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Eficiencia es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. Por lo tanto, los procesos eficientes representan el conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan entre sí para obtener resultados los cuales son analizados en función de los resultados que se esperaban, los obtenidos y los recursos utilizados.

1.3.2. Indicadores de eficiencia y eficacia

Uno de los retos de Radiadores Portocarrero como de otras empresas es, la medición del desempeño ¿Cómo saber si el proceso está siendo eficiente? Actualmente, de manera empírica se hace respecto el tiempo tomado y el esperado.

Los modelos de evaluaciones de resultados que suelen aplicarse, generalmente han sido diseñados para la evaluación de la gestión en área de utilidad, es decir, las que cumplen funciones de administración de productos, atención de clientes y generación de ingresos. Pero, es frecuente no disponer de buenas herramientas con relación a las demás áreas de la empresa.

Eficiencia, es el logro de un objetivo y metas de un plan, es decir, cuánto de los resultados esperados se alcanzó. La eficacia consiste en concentrar los esfuerzos de una entidad en las actividades y procesos que realmente deben llevarse a cabo para el cumplimiento de los objetivos formulados.

No se puede referir la eficiencia de manera aislada puesto que, esta depende de otros conceptos tales como: eficacia y efectividad; los cuales se encuentran ligados a la definición práctica de eficiencia, que es lo que se busca de manera idealizada.

Así mismo, la eficacia es el grado en que se logran los objetivos y metas de un plan, es decir, cuántos de los resultados esperados se alcanzaron. La eficacia consiste en concentrar los esfuerzos de una entidad en las actividades y procesos que realmente deben llevarse a cabo para el cumplimiento de los objetivos formulados.

1.3.3. Cálculo de eficiencia y eficacia

La efectividad, involucra la eficiencia y la eficacia, es decir, el logro de los resultados programados en el tiempo y con los costos más razonables posibles. Supone hacer lo correcto con gran exactitud y sin ningún desperdicio de tiempo o dinero. Por lo tanto, la eficiencia, la efectividad y eficacia son los indicadores

más utilizados por las organizaciones. Por lo cual, se han establecido fórmulas que permiten facilitar el cálculo respectivo:

Tabla I. **Fórmulas de eficacia, eficiencia, efectividad**

EFICACIA		EFICIENCIA		EFFECTIVIDAD	
RA / RE		$\frac{(RA / CA * TA)}{(RE / CE * TE)}$		$\frac{\text{Puntaje eficiencia} + \text{Puntaje eficacia}}{2}$	
				Máximo puntaje	
RANGOS	PUNTOS	RANGOS	PUNTOS	La efectividad se expresa en porcentaje (%)	
0 – 20%	0	Muy eficiente > 1	5		
21 – 40%	1		Eficiente = 1		3
41 – 60%	2	Ineficiente < 1			1
61 – 80%	3				> 91%
81 – 90%	4				
>91%	5				
Donde R = Resultado, E = Esperado, C = Costo, A = Alcanzado, T = Tiempo					

Fuente: MOKATE, Karen. *Fórmulas de eficacia, eficiencia, efectividad*.

www.cepal.org/ilpes. Consulta: 20 de noviembre de 2020.

1.4. Producción

En Radiadores Portocarrero la producción es un factor que define la calidad del trabajo. En el siguiente apartado se presentan las generalidades de la producción, definición, características y los tipos.

1.4.1. Definición

La producción se ocupa específicamente de la actividad de producción de artículos, es decir, de su diseño y su implantación, su operación (fabricación) y del control del personal, los materiales, los equipos, el capital y la información para el logro de esos objetivos de producción.

1.4.2. Características

Procesos productivos (producción) es el proceso de transformación de elementos determinados en un producto o en un servicio específico. Esta transformación se efectúa mediante una actuación humana concreta utilizando determinados instrumentos de trabajo (maquinaria, herramientas, entre otros).

Mediante las estrategias de proceso, la empresa decide cómo efectuar la transformación de sus recursos en bienes o servicios, siendo su objetivo encontrar un modo de producirlos que dé lugar a las condiciones y especificaciones demandadas por los clientes, dentro de los límites marcados por las restricciones financieras y directivas.

Antes de tomar una decisión sobre la producción se ha de partir de una estimación de la demanda y de la información sobre la capacidad física de las operaciones. Existe una interdependencia entre las estrategias de producto y las de proceso. La estrategia de producto establece la amplitud de la gama de productos, esta estrategia además influye sobre los productos a fabricar. La función de producción de una empresa y las consecuentes funciones de costes dependen en buena medida de la naturaleza del proceso productivo y del diseño físico de producción. Existen distintas tipologías para clasificar los tipos de producción el criterio de clasificación en la extensión temporal del proceso.

1.4.3. Tipos

Los tipos de producción dentro de Radiadores Portocarrero están en función de diversas variables, dentro de estas se pueden mencionar la demanda de radiadores y los tipos de vehículos dentro del mercado.

1.4.3.1. Producción continua

Es aquella en que el proceso de conversión de los factores en productos se realiza en un flujo ininterrumpido del tiempo (centrales eléctricas, telefonía hospitalares, altos hornos, entre otros).

1.4.3.2. Producción intermitente

La producción intermitente se caracteriza por el sistema productivo en lotes de fabricación. Se trabaja con un lote determinado de productos que se limita a un nivel de producción, seguido por otro lote de un producto diferente. El equipo de procesos y el personal están localizados de acuerdo con la función que desempeñan, el producto fluye a través de instalaciones por caminos irregulares. Los trabajos son individualmente aceptados y programados en sistemas de control de órdenes.

- Reglas de prioridad
 - El primero que llega
 - Pedidos con tiempo de ejecución corto
 - Pedidos con tiempo de ejecución extenso
 - Pedidos que tengan la demora más pequeña
 - Pedido más cercano a la fecha de entrega

- Según la importancia del cliente

1.5. Radiadores

En este apartado se presentan las generalidades de los radiadores; se inicia con las definiciones de distintos autores, seguidamente se describen las partes de un radiador; continuamente, se muestran los tipos de radiadores, se describe el sistema de enfriamiento y los mores de combustión interna.

1.5.1. Definición de radiadores

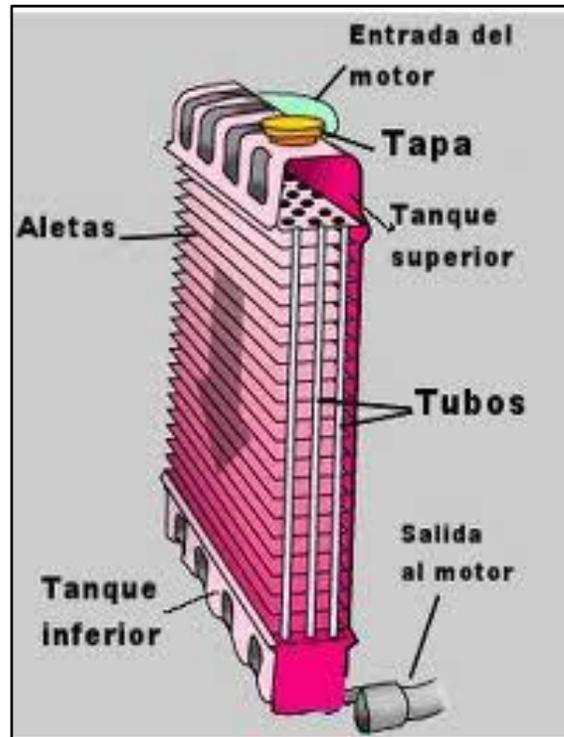
Es uno de los elementos más importantes de cualquier motor, puesto que es en él en donde se realiza la transferencia de calor, para que el motor se mantenga bien refrigerado en cualquier fase de rendimiento. Pertenece como ya se ha mencionado, al sistema de enfriamiento; y es ayudado por el ventilador del radiador y cuando este lo requiere por el aumento de la temperatura, acciona dicho elemento para una mejor refrigeración del sistema.

El radiador es una pieza que interiormente presenta tuberías dispuestas longitudinalmente y con celdas en este caso hecho de cobre para una mejor disipación del calor con lo que la refrigeración es más efectiva, ayudado también por la acción directa al ir en carretera del viento que incide directamente sobre el mismo y así el calor se disipa mucho mejor y más rápidamente.

1.5.2. Partes de un radiador

Existe variedad de tipos y estilos de radiadores en el mercado, según sea el tipo del vehículo, en general las partes de un radiador son las siguientes:

Figura 3. Partes de un radiador



Fuente: elaboración propia.

- Tanque superior
- Tanque inferior
- Panel de radiador
- Aletas
- Grifo
- Boquillas de entrada de agua (donde estas las mangueras)
- Boquillas de salida de agua
- Boquilla para el tapón
- Boquilla para el tanque de reserva
- Tapón del radiador

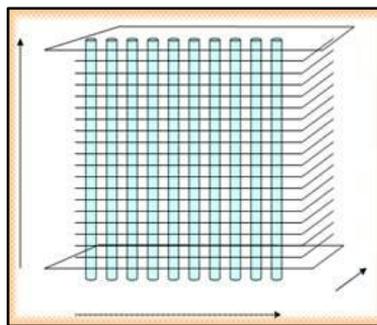
Todas y cada una de las partes antes mencionadas, deben ser fabricadas para completar el radiador. El material normalmente utilizado para todas las partes con excepción del panel es: latón.

La parte más cara y trabajosa es la fabricación del panel del radiador, el cual deberá ser realizado con un meticuloso diseño de acuerdo con la maquinaria provista por el proveedor (detalle en capítulos posteriores).

- Panel de radiador

El panel del radiador, como se ha mostrado anteriormente, consiste en una serie de tubos que permiten el recorrido del agua proveniente del bloque del motor dentro del mismo, con la ayuda de celdas exteriores y del viento proporcionado por el ventilador o por el vehículo en movimiento, el calor es transferido al ambiente. Las partes de un panel de radiador son:

Figura 4. **Tubos y celdas de un radiador**



Fuente: elaboración propia.

- Tubos
- Celdas o laminillas

El panel del radiador está compuesto principalmente por dos partes: los tubos, que son normalmente de latón y las celdillas de cobre.

1.5.3. Tipos de radiadores

A continuación, se describen los tipos de radiadores desde dos perspectivas la clasificación por el tipo de vehículo y clasificación por el tipo de material del radiador.

1.5.3.1. Clasificación por el tipo de vehículo

Cada uno de los vehículos existentes en el mercado, tienen un diseño del radiador especial y diferente. Por tal razón, la clasificación se hará simplemente mencionando la marca del vehículo:

- Toyota corolla
- Mazda 323
- Mazda 626

1.5.3.2. Clasificación por el tipo de material del radiador

Esta es la clasificación más general y es muy importante respecto al precio y calidad del radiador. Por ejemplo, el mejor material de producción en Guatemala es cobre; sin embargo, de China se tiene la combinación, cobre-

plástico, aluminio-plástico, lo cual viene directamente a competir en precios con la producción guatemalteca.

1.5.4. Sistema de enfriamiento

El sistema de enfriamiento es el que, se encarga que los diferentes componentes del motor se mantengan a temperaturas seguras y así evitar que el motor sufra desgastes prematuros o daños y lograr con ello su máximo rendimiento.

La temperatura idónea en el sistema se encuentra entre 82°C y 113°C. El sistema de enfriamiento realiza su función al transferir el calor del motor hacia el exterior del auto mediante el recorrido cíclico de un líquido el cual es movido por la bomba de agua del radiador al motor, este líquido puede ser refrigerante o agua. El cual pasa por el radiador enfriándose gracias al paso de aire por medio de sus celdas, (proceso que con más detalle se explica adelante).

Los componentes del sistema de enfriamiento son:

- Tanque de expansión
- Ventilador
- Radiador
- Mangueras a radiador-motor
- Manguera motor-termostato
- Termostato
- Manguera radiador-termostato
- Manguera termostato-bomba de agua
- Bomba de agua
- Relevador del ventilado

- Fusible
- Swich del ventilado
- Manguera radiador-tanque

Todas y cada una de las partes del sistema de enfriamiento cumplen una función muy importante dentro del mismo. Sin embargo, para realizar especificaciones en la presente investigación se proporcionarán mayores detalles de los radiadores.

1.5.5. Motores de combustión interna

La función de un motor es básicamente transformar un tipo de energía en energía mecánica, por ejemplo; los motores eléctricos transforman energía eléctrica en mecánica, los motores de combustión interna transforman energía química en energía mecánica. La importancia de los motores de combustión interna radica en su eficiencia, evolución, funcionamiento y adaptabilidad.

Estos motores no solo son utilizados en vehículos sino también en motores estacionarios, plantas o generadoras eléctricas, barcos, entre otros. La energía química es aportada por los diferentes combustibles que se encuentran en el mercado tales como diésel, gasolina, etileno, entre otros. En algunas partes del motor se tienen temperaturas mayores a los 1 000°C (cámara de combustión), en algunos casos los gases salen a 550°C. En un motor más de la tercera parte de energía que suministrada, a través, del combustible se pierde en forma de calor.

Se han desarrollado diferentes tipos de motores los cuales son distintos por definiciones técnicas, dentro de estos están:

- Motor convencional del tipo Otto
- Motores diésel
- Motor de dos tiempos
- Motor de 5 tiempos
- Motor Wankel
- Motor de carga estratificada

El motor convencional tipo Otto es un motor que funciona con gasolina, el mismo se utiliza con etanol, es como bien lo dice su nombre, 'convencional' el motor con mayor aplicación en vehículos.

El motor diésel trabaja por compresiones en lugar de utilizar chispa como el motor Otto, es un motor muy potente y económico; actualmente, por las condiciones económicas, se ha adaptado a muchos vehículos tipo picop agrícola o camionetas, con el objeto de que estos sean más económicos con motores grandes.

El motor de dos tiempos, es el motor habitual de motocicleta, a diferencia de los anteriores, este tiene únicamente un enfriador de aceite de motor, no tiene un radiador para enfriar las camisas internas del motor.

Un motor de 5 tiempos, a diferencia del motor Otto y diésel, que tienen únicamente 4 tiempos, como su nombre lo indica tiene 5 tiempos. En 2009 se patentó en Inglaterra como un motor eficiente y liviano.

El motor Wankel, es compacto y ligero en comparación con los motores de pistones, por lo que ganó importancia durante la crisis del petróleo en las décadas de 1970 y 1980. Además, funciona casi sin vibraciones y su sencillez mecánica permite una fabricación barata. No requiere mucha refrigeración, y su

centro de gravedad bajo aumenta la seguridad en la conducción. No obstante, salvo algunos ejemplos prácticos como algunos vehículos Mazda, ha tenido problemas de durabilidad.

Se denomina motor de cuatro tiempos al motor de combustión interna alternativo tanto de ciclo Otto como ciclo del diésel, que precisa de cuatro, o en ocasiones cinco, carreras del pistón o émbolo (dos vueltas completas del cigüeñal) para completar el ciclo termodinámico de combustión. Estos cuatro tiempos son:

- Primer tiempo o admisión: en esta fase el descenso del pistón aspira la mezcla aire-combustible en los motores de encendido provocado o el aire en motores de encendido por compresión. La válvula de escape permanece cerrada, mientras que la de admisión está abierta. En el primer tiempo el cigüeñal gira 180° y el árbol de levas da 90° y la válvula de admisión se encuentra abierta y su carrera es descendente.
- Segundo tiempo o compresión: al llegar al final de la carrera inferior, la válvula de admisión se cierra, comprimiéndose el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón. En el 2º tiempo el cigüeñal da 360° y el árbol de levas da 180° , y además ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es ascendente.
- Tercer tiempo o explosión/expansión: al llegar al final de la carrera superior el gas ha alcanzado la presión máxima. En los motores de encendido provocado o de ciclo Otto salta la chispa en la bujía, provocando la inflamación de la mezcla; mientras que en los motores diésel, se inyecta a través del inyector el combustible muy pulverizado, que se autoinflama por la presión y temperatura existentes en el interior

del cilindro. En ambos casos, una vez iniciada la combustión, esta progresa rápidamente incrementando la temperatura y la presión en el interior del cilindro y expandiendo los gases que empujan el pistón. Esta es la única fase en la que se obtiene trabajo. En este tiempo el cigüeñal gira 180° mientras que el árbol de levas gira 90° respectivamente, ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es descendente.

- Cuarto tiempo o escape: en esta fase el pistón empuja, en su movimiento ascendente, los gases de la combustión que salen, a través, de la válvula de escape que permanece abierta. Al llegar al punto máximo de carrera superior, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión, reiniciándose el ciclo. En este tiempo el cigüeñal gira 180° y el árbol de levas gira 90° .

El funcionamiento de los motores de combustión interna es técnicamente el mismo, dentro de las partes de este tipo de motor están:

- Cámara de combustión
- Parte alta del cilindro
- Cabeza del pistón
- Válvulas de escape y de admisión
- Cilindro

El motor de combustión interna está formado por diferentes sistemas que permiten que este funcione en óptimas condiciones, dentro de estos se tienen:

- Sistema de lubricación
- Sistema de enfriamiento
- Sistema eléctrico

Los radiadores, son parte del sistema de enfriamiento del motor de un vehículo, por tal razón, se hará énfasis sobre el mismo.

1.6. Automotores

Los automotores son maquinarias, cuyo objetivo es transformar energía química en energía motriz, así mismo, un vehículo es un medio de locomoción que permite el traslado de un lugar a otro. Cuando traslada a personas u objetos es llamado vehículo de transporte, como por ejemplo; el tren, el automóvil, el camión, el carro, el barco, el avión, la bicicleta y la motocicleta, entre otros.

1.6.1. Características

La característica principal de un automotor es que cumple con el objetivo de transformar energía química en mecánica, así mismo, está compuesto por diferentes sistemas que le permiten cumplir con un objetivo específico. Dentro de los sistemas que conforman un automóvil están: dirección y suspensión, encendido y eléctrico, lubricación, inyección electrónica.

1.6.2. Tipos de vehículos

En el mismo sentido de las generalidades de los automotores, es preciso señalar los tipos de vehículos más comunes son: livianos, agrícolas, industriales, pesados, entre otros.

1.6.2.1. Livianos

Existen diferentes tipos de maquinarias y tamaños, todo depende de la planeación de la empresa. Como vehículo liviano se entiende aquellos también llamados sedan, carros de dos a cuatro puertas de tracción simple para ciudad, dentro de estos se pueden mencionar: Toyota Corola, Mazda 626 y Mitsubishi Lancer. Las medidas promedio de estos radiadores son de 32,7 cm de altura, 66,8 cm de largo y de 1,6 a 3 cm de ancho lo cual implica entre 1 a 3 filas de tubos. Por lo tanto, se puede deducir que la altura máxima que se espera es de 50 a 60 cm, así mismo, las medidas máximas de largo son de hasta 100 cm, el ancho como se mencionaba de hasta 3 a 5 cm lo que implica de 1 a 3 filas de tubos.

Un automóvil de liviano o simplemente liviano es un automóvil relativamente bajo, con capacidad para transportar unas cuatro o cinco personas y equipaje. Las carrocerías asociadas a un liviano son *hatchback*, *liftback*, sedán y familiar. Un automóvil con carrocería coupé o descapotable que comparte la estructura y diseño con un liviano se suele describir como un coupé/descapotable derivado de un liviano.

1.6.2.2. Agrícolas

Los vehículos agrícolas son también conocidos como vehículos de campo, están habilitados, con llantas más grandes para resistir el transportarse en terrenos con tierra suave. Como ejemplo de vehículos agrícolas podrían ser los tractores.

1.6.2.3. Industriales

Se definen como vehículos industriales aquellos que se encuentran directamente relacionados en el transporte de materia prima, producto terminado o insumos para la producción en la industria, dentro de estos se pueden mencionar: furgones, cabezales, picops, camionetas y camioncitos.

1.6.2.4. Pesados

Se incluye en esta denominación los camiones de carga útil superior a 3 t, de más de 4 ruedas y sin remolque; los camiones con uno o varios remolques; los vehículos articulados, los vehículos especiales; y los vehículos dedicados al transporte de personas con más de 9 plazas. (6,2-IC_1976) (6,3-IC_1980) (6,1 y 2-IC_198)

1.6.2.5. Otros

Existen otras variantes de vehículos, por ejemplo: marinos, aéreos, entre otros. Los cuales resultan ser vehículos según el objetivo que cumplen.

1.7. Mantenimiento

Dentro de Radiadores Portocarrero se utilizan diferentes tipos de máquinas importantes para la fabricación de los panales, razón por la cual el mantenimiento de estos es sumamente importante.

1.7.1. Definición e importancia

El mantenimiento se ha utilizado desde la prehistoria, debido a la necesidad del ser humano de mantener en buenas condiciones sus utensilios de caza y pesca. Actualmente, la idea del mantenimiento como tradicionalmente era conceptualizada ha desaparecido, y actualmente responde a la reducción del tiempo que el equipo permanece en reparación, la tendencia a la eliminación de los almacenes de refacciones, la planeación e implementación de programas de mantenimiento que permitan a la empresa mantener la producción de las plantas en sus máximos valores. Ello garantiza una operación estable, continua, económica, y sobre todo segura.

Se puede definir el mantenimiento como toda actividad humana dedicada a mantener en operación una planta de forma correcta, económica, segura y con buena calidad; a través de las técnicas y los medios tanto materiales como humanos para la realización de dicha actividad. Si bien es un concepto textual muy largo y aparentemente rebuscado, al analizarlo, se presenta un extracto de todo cuanto se hace en una industria por implementar programas de mantenimiento. Básicamente, el mantenimiento es una actividad que conserva la calidad del servicio que presta la infraestructura existente en los centros de producción en óptimas condiciones de seguridad, eficiencia y economía.

La importancia del mantenimiento radica en que sus objetivos son la base para un adecuado funcionamiento de los centros de producción empresariales. Como para una persona es muy importante mantenerse en forma para realizar ciertas actividades diarias sin presentar un desgaste o fatiga excesivos, o simplemente poder afrontar los desafíos rutinarios; es, también, importante para una empresa mantener en óptimas condiciones las operaciones de todas sus

plantas para obtener el máximo rendimiento y el mínimo en desgaste, reduciendo los costos de reparaciones.

1.7.2. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento es aquella acción por medio de la cual se busca mejorar ciertos aspectos relevantes en un determinado establecimiento como la seguridad, confort, productividad, higiene, imagen, entre otros. Existen cuatro tipos de mantenimiento que se describen a continuación.

1.7.2.1. Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento, también conocido bajo el nombre de planificado, se realiza previo a que ocurra algún tipo de falla en el sistema. Como se hace de forma planificada, no como el anterior, se aprovechan las horas ociosas para llevarlo a cabo. Este mantenimiento sí es predecible con respecto a los costos que implicará así como también el tiempo que demandará.

1.7.2.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo, también conocido como reactivo, es aquel que se aplica cuando se produce algún error en el sistema, ya sea porque algo se averió o rompió. Cuando se realizan estos mantenimientos, el proceso productivo se detiene, por lo que disminuyen las cantidades de horas productivas. Estos mantenimientos no se aplican si no existe ninguna falla. Es impredecible en cuanto a sus gastos y al tiempo que tomará realizarlo.

1.7.2.3. Mantenimiento predictivo

Con este mantenimiento se busca determinar la condición técnica, tanto eléctrica como mecánica, de la máquina mientras está en funcionamiento. Para que este mantenimiento pueda desarrollarse se recurre a sustentos tecnológicos que permiten establecer las condiciones del equipo. Gracias a este tipo de mantenimientos se disminuyen las pausas que generan en la producción los mantenimientos correctivos. Así, se disminuyen los costos por mantenimiento y por haber detenido la producción.

1.7.2.4. Mantenimiento proactivo

Esta clase de mantenimiento está asociado a los principios de colaboración, sensibilización, solidaridad y trabajo en equipo; de tal forma que quienes estén directa o indirectamente involucrados, deben estar al tanto de los problemas de mantenimiento. Así, tanto los técnicos, directivos, ejecutivos y profesionales actuarán según el cargo que ocupen en las tareas de mantenimiento. Cada uno, desde su rol, debe ser consciente de que deben responder a las prioridades del mantenimiento de forma eficiente y oportuna. En el mantenimiento proactivo siempre existe una planificación de las operaciones, que son agregadas al plan estratégico de las organizaciones. Además, periódicamente se envían informes a la gerencia aclarando el progreso, los aciertos, logros y errores de las actividades.

1.7.3. Áreas con prioridad para el mantenimiento

El área con prioridad de manteniendo en la empresa Radiadores Portocarrero es el área de producción, donde se encuentra la maquinaria, dado su frecuente uso (actualmente se fabrican 50 tanques de radiadores a la

semana, la dobladora de lámina es utilizada, en cada una de estos). Por la frecuencia de uso, se deben saber las recomendaciones del fabricante, y poder darle a la empresa el mantenimiento adecuado.

1.8. Mejora continua

Tanto para la fabricación, como para la reparación de un radiador, se requiere que los procesos presenten una mejora continua como un detallado control de calidad.

1.8.1. Definición de calidad

Según la Norma ISO 9000, el control de la calidad es la parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

1.8.2. Definición de mejora continua

La mejora continua es la orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad. Es también una actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los mismos.

1.8.3. Sistemas de control de calidad

Los sistemas de gestión de la calidad pueden ayudar a las organizaciones a aumentar la satisfacción de sus clientes. El enfoque, a través, de un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones a analizar los requisitos del cliente, definir los procesos que contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y a mantener estos procesos bajo control.

Un sistema de gestión de la calidad puede proporcionar el marco de referencia para la mejora continua con objeto de incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas. Proporcionar confianza tanto a la organización como a sus clientes, de su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos de forma coherente.

1.8.3.1. Norma ISO 9001

La Norma ISO 9001, especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda organización, que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentos que le sean de aplicación; su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.

1.8.3.2. Buenas prácticas de manufactura

Son una serie de normas establecidas para regular un control en el proceso de alimentos, en los cuales el objetivo principal es dar al consumo un producto óptimo sin ningún defecto ni contaminación que pueda poner en riesgo al consumidor.

1.8.3.3. Seis Sigma

Es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de estos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

Seis Sigma, utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología Seis Sigma es reducir esta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

1.8.3.4. 5S

Es una técnica de gestión de calidad basada en cinco principios simples. Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y limpios de forma permanente para lograr una mayor productividad y un mejor entorno laboral. Las 5S han tenido una amplia difusión y son numerosas las organizaciones de diversa índole que lo utilizan: empresas industriales, de servicios, hospitales, centros educativos o asociaciones.

2. SITUACIÓN SITUACIONAL

2.1. Departamento de Producción

Radiadores Portocarrero es una cadena de talleres especializados en la reparación de radiadores de vehículos livianos, pesado, agrícola, también de radiadores de plantas eléctricas estacionarios o móviles, entre otros.

La fabricación de un radiador cuenta con dos procesos principales, la fabricación del tanque que se realiza con el material llamado latón; y el panel, elaborado de lámina fina de cobre. Actualmente en Radiadores Portocarrero se realiza el proceso de fabricación de tanques para radiadores de cobre de vehículo liviano con el objetivo de realizar reparaciones.

La planta de producción cuenta con distintas áreas de trabajo, dentro de las principales áreas de trabajo se pueden mencionar:

- Área de soldadura
- Área de limpieza y lavado
- Área de oficinas
- Área de bodegas

Cada una de estas áreas cumple una función importante dentro del proceso de reparación. Sin embargo, el proceso que se desea analizar y definir como deficiente es la fabricación de radiadores de cobre para vehículo liviano.

2.1.1. Área

La sección de producción en la industria puede considerarse como el centro de esta, y si la actividad de esta sección se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva. En el Departamento de Producción se desarrollan las siguientes actividades:

- Medición del trabajo
- Métodos del trabajo
- Ingeniería de producción
- Análisis y control de fabricación o manufactura
- Planeación y distribución de instalaciones
- Administración de salarios
- Higiene y seguridad industrial
- Control de la producción y de los inventarios
- Control de calidad

En Radiadores Portocarrero se observa especialmente el control de calidad lo cual lleva a la medición de la satisfacción del cliente, igualmente se realizan monitoreos en los reclamos para determinar la causa de los problemas.

Como se ha mencionado anteriormente, esta empresa es un taller de reparación que trabaja bajo una demanda intermitente, se tiene en bodega materia prima para la reparación, sin embargo, no se tiene los tanques hechos, puesto que no existe un patrón de demanda, sino que es una producción determinada por el cliente.

Como se mencionaba anteriormente este control se realiza en el área o Departamento de Producción, consiste básicamente el determinar el tipo de materia prima utilizada en las reparaciones y la frecuencia con que estas se utilizan.

En Radiadores Portocarrero existen diferentes tipos de controles de materia prima, dentro de los cuales están: inventarios de materia prima, ingresos, salidas. El control de materia prima radica en el impacto de estos en el cálculo de los costos de producción. Lo cual impacta a la empresa de diversas maneras. También, hay políticas de uso del material, el reciclaje es importante en la empresa, especialmente por los materiales usados: aluminio, cobre, hierro.

2.1.2. Responsabilidades

Para administrar cada departamento a las personas se les han colocado cargos, dentro de los mismos se presentan las responsabilidades del jefe de producción, del subjefe y del asistente.

2.1.2.1. Jefe de producción

El jefe de producción supervisa las líneas de producción durante todo el proceso, realiza la atención a los proveedores, además de estar a cargo del correcto funcionamiento y de que se cumpla el plan de trabajo establecido, revisa el desempeño del personal, así como, el de la maquinaria y equipo de trabajo.

Analiza todos los fallos o imprevistos durante la producción y los soluciona, supervisa los componentes, transferencias de sitio de manufactura, rechazos de cliente y retornos de garantía, se asegura de seguir los proyectos de mejora continua y calidad, revisa el plan de actividades y sugiere ajustes a este de ser necesario.

Capacita a los técnicos, crea los diagramas de flujo y también se encarga de seleccionar los candidatos a los puestos dentro del departamento, así como el coaching de estos. Realiza la administración de los programas de ingeniería del producto, supervisa y cotiza cambios al mismo, identificación de ahorros de costo o mejora continua.

En concreto el jefe de producción en Radiadores Portocarrero se ocupa de supervisar el personal, del proceso de producción y las materias primas. El cargo implica saber cómo administrar el personal haciendo equilibrio con los sindicatos. El jefe de producción conoce muy bien el proceso de fabricación de su planta. Las maquinarias con las que se trabaja, las normativas de seguridad e higiene a cumplir. Además de lo que ya se mencionó sobre distribución y almacenamiento del producto, así también sobre el abastecimiento de las materias primas necesarias en el proceso.

2.1.2.2. Subjefe

Un subjefe se puede definir como aquel encargado del apoyo al jefe de producción, es el segundo en la línea de mando, si por algún motivo el jefe de producción no se encuentra en el área el subjefe tendrá la responsabilidad de continuar observando la línea de producción, cuidando que se cumplan los requisitos para satisfacer el sistema de gestión de la calidad.

2.1.2.3. Asistente

El asistente de producción es aquel que realiza y llena documentación relacionada con los controles de producción. Estos formatos han sido previamente autorizados por el sistema de gestión de calidad con el objetivo de alcanzar la meta de producción con los más altos estándares.

2.1.3. Condiciones estructurales

Se entienden como condiciones estructurales, aquellas que están ligadas directamente con la estructura física de la planta. Las cuales permiten que se ubiquen oficinas, bodegas y la propia maquinaria. Como se mencionaba anteriormente Radiadores Portocarrero es una cadena de talleres encargados de la reparación de radiadores y la fabricación de tanques de latón (no se menciona el resto de los materiales, puesto que es el cobre el material con el cual se realizarán las fabricaciones de los radiadores para la investigación).

Las condiciones estructurales de Radiadores Portocarrero son propias de un taller. Dividido en diferentes partes, tales como: área de lavado, área para parqueo, área para limpieza, área para soldadura, área de bodegas, área de oficinas. El área de fabricación de los tanques consta de una dobladora con una longitud de 1,5 metros, esta se encuentra en el segundo nivel del área del taller. En el mismo nivel se encuentra la bodega de post enfriadores.

Según las instalaciones y visitas a los talleres de Retalhuleu, Rio Bravo y la central de Escuintla, estos no cuentan con las condiciones estructurales necesarias para el montaje de una planta de fabricación. Por lo mismo, se sugiere la planificación de la planta en un lugar distinto y condiciones estructurales sugeridas en el siguiente punto.

2.1.4. Distribución en planta

Este punto hace referencia a la distribución de las máquinas y equipo dentro de la empresa o planta. Radiadores Portocarrero fabrica actualmente el tanque para los radiadores de vehículo liviano, para lo cual se cuenta con dobladoras, soldadores, mesas de diseño y mesas de corte.

Estas dobladoras están distribuidas de manera inadecuada, en lugares distantes a las mesas de corte o las mesas de diseño. Las máquinas soldadoras igualmente se encuentran en área distintas, lo cual produce pérdidas de eficiencia por largas distancias de traslado. La empresa, cuenta con equipo para soldar con capacidad de soldar calibre de lámina de hasta 1" sin embargo, están ubicados en lugares inaccesibles.

2.1.5. Maquinaria y equipo

Para este nuevo proceso se han definido las máquinas y los equipos necesarios principalmente para planificar un presupuesto que permita a la empresa realizar las necesarias importaciones de material.

2.1.5.1. Fabricación de tanques de latón para radiadores de cobre

Maquinaria, es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o bien realizar un trabajo con un fin determinado. Se denomina maquinaria (del latín *machinariŭs*) al conjunto de máquinas que se aplican para un mismo fin y al mecanismo que da movimiento a un dispositivo.

Actualmente en Radiadores Portocarrero se cuenta con una dobladora, la cual sería parte de la maquinaria necesaria para poder realizar y fabricar los tanques, no obstante, para la parte de la fabricación del panel se requiere otro tipo de maquinaria con mayor especialización:

- Mesa de ensamble manual de centro plano
- Plato de calentamiento de estaño
- Máquina de aleta plana
- Punzonadora

Estos modelos son descritos con mayor detalle incluyendo la posición donde deberán ser instalados en la futura planta en el apartado de propuesta de implementación.

2.1.6. Deficiencia en el área de producción

Radiadores Portocarrero tiene deficiencias principalmente en la distribución de maquinaria y equipo; así mismo, la falta de planeación en las mismas lleva a la empresa a presentar elevados costos en mano de obra y tiempos de ocio.

Otra deficiencia significativa es la falta de organización respecto a las responsabilidades de cada puesto, creando confusión y pérdida de tiempo al momento de la toma de decisiones.

La falta de planificación respecto a futuros proyectos, tales como la introducción de un nuevo proceso productivo (fabricación de paneles de cobre para vehículo liviano) lleva al desperdicio de tiempo y recursos económicos, puesto que no existe la prevención de futuros problemas.

2.2. Departamento de Control de Calidad

En este departamento se encuentra, el encargado de garantizar la calidad del servicio brindado a los clientes. Existen diferentes tipos de servicios, dentro de estos se pueden mencionar: la limpieza de radiadores de cobre, la soldadura de vehículos de cobre y aluminio; cambio de tanques de cobre y aluminio; estos forman a su vez parte de los principales procesos que son llevados a cabo.

2.2.1. Área

El departamento de calidad no tiene un área específica, el encargado se dirige a cada una de las áreas del taller (definidas en puntos anteriores) para evaluar que se utilice el material adecuado, los insumos necesarios, así mismo también evalúa el área de parqueo con el objeto de verificar el radiador una vez instalado en el vehículo.

2.2.2. Responsabilidades

Radiadores Portocarrero ha definido las responsabilidades para cada uno de los puestos dentro del área administrativa como dentro del área de taller.

2.2.2.1. Jefe

El jefe del área es la única persona en el departamento, encargada de la verificación de la calidad tanto de la materia prima utilizada, la calidad durante el proceso y la calidad al finalizar el proceso.

2.2.3. Deficiencia en el departamento de calidad

La principal deficiencia observada es la falta de controles, falta de aplicación de un real sistema de gestión de la calidad, no se cuenta con formatos oficiales para llevar a cabo encuestas de satisfacción de clientes, de quejas, entre otros; con el objetivo de mejorar la calidad en cada uno de los procesos.

2.3. Departamento de empaque y almacenaje

El empaque es básicamente un tema importante en la producción puesto que el producto terminado para exportación se debe empaquetar. En Radiadores Portocarrero las reparaciones solicitadas por los clientes e igualmente el producto/servicio es retirado personalmente. No necesitan empaque, sin embargo, para la fabricación de los paneles completos lo apropiado es utilizar cajas en las cuales se insertan los radiadores y se les coloca el nombre del destinatario, en este caso el cliente.

- Tipo de empaque

Como se mencionaba anteriormente el tipo de empaque utilizado para la fabricación en los paneles nuevos sería de caja de cartón, este es un empaque final. Y entre otro tipo de partes o tipos de radiadores también se les denomina de una forma distinta.

2.3.1. Área

El área determinada para este departamento se encuentra en el área de parqueo, esto permite a la empresa disminuir costos, puesto que simplemente

se toman partes de cartones y se empacan los panales, tanques o radiadores de manera rápida, agregándosele pita o *masking tape*.

2.3.1.1. Asistente

Se definen las responsabilidades del asistente por la importancia de sus actividades dentro de los procesos de la fabricación intermitente de radiadores. El asistente es básicamente un ayudante en la empresa, no realiza el empaque siguiendo instrucciones específicas o un proceso especial, realiza el empaque acorde a su experiencia.

2.3.2. Deficiencia en el departamento de empaque y almacenaje

Radiadores Portocarrero no cuenta con un departamento específico de empaque, realiza cada uno de los empaques, sin un procedimiento establecido. Los radiadores que se reparan o fabrican son enviados a todo el país. Es importante que se cuente con un adecuado empaque, porque es el que ayuda que a garantizar el trabajo al llegar a su destino final.

3. PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL PROCESO EFICIENTE

En vista de lo antes mencionado, dentro de Radiadores Portocarrero se ha desarrollado la presente propuesta para un desarrollo eficiente del proceso de fabricación de radiadores.

3.1. Propuesta y alcances deseados

La presente propuesta, busca ser una guía para la implementación de un nuevo proceso en Radiadores Portocarrero. El desarrollo de un proceso eficiente para la producción intermitente de radiadores de cobre de vehículo liviano en la empresa Radiadores Portocarrero S.A. permitirá el aumento de los ingresos, a raíz de la mejoría en los métodos de producción empresarial.

Dentro de los alcances deseados están:

- Determinación del tiempo de recuperación de la inversión inicial.
- Aumento de los ingresos de Radiadores Portocarrero debido al alto grado de eficiencia en el nuevo proceso.
- Diseño de la estructura de la planta de acuerdo con el presupuesto de la empresa y el tipo de maquinaria en la empresa.
- Determinación y definición del tipo de maquinaria para llevar a cabo la fabricación de radiadores con altos estándares de calidad.

- Descripción de un sistema de gestión de calidad que permita que el proceso sugerido, sea más eficiente con el pasar del tiempo.

3.2. Tanques de latón para radiador de cobre

En el presente apartado se describen las generalidades de la fabricación de los tanques de latón para radiador de cobre, desde la maquinaria y equipo imprescindible, el proceso, asimismo se especifica el proceso a través del diagrama de proceso y diagrama de proceso de flujo.

3.2.1. Maquinaria y equipo

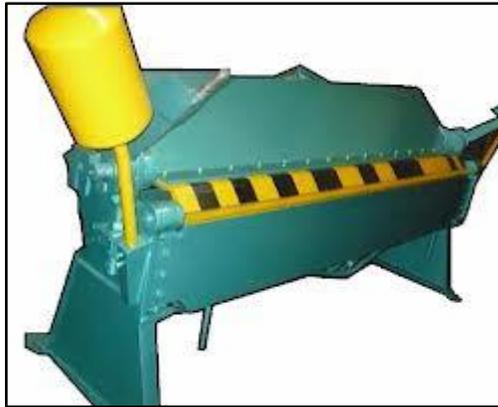
Como se ha mencionado anteriormente la fabricación de los tanques es un proceso intermitente lo cual implica que depende de los pedidos del cliente, por tal razón, no se cuenta con maquinaria especializada para fabricar los mismos (como troqueladoras de alto rendimiento), se realizan a la velocidad que estos son solicitados por los clientes. La fabricación de los tanques que se sugiere no dista mucho de la manera actual y es porque los radiadores no son iguales y si hay más de 5 producidos iguales es para inventarios, normalmente no para un solo cliente.

Los tanques para cada radiador, superior e inferior, en este caso se realizarán con una aleación de cobre y zinc llamada latón. El diseño del tanque es el mismo del original; se realiza por medio de planos ya existentes. La maquinaria que se sugiere para la realización de tanques de cobre para vehículos livianos son:

- Dobladora

Las características mínimas sugeridas de esta dobladora, es que soporte trabajar con láminas de calibre 12 (equivalente a 0,105"). Se recomienda la siguiente dobladora:

Figura 5. **Dobladora**



Fuente: NAVARRO DIAZ, Juan Carlos. *Parámetros de mantenimiento programables: manual de operación y mantenimiento de motores.* p. 45.

Esta máquina dobladora de láminas incluye soporte, plataforma de operación, y placa de sujeción. Situado en el soporte, la plataforma de operación se compone de una base y de una placa de presión. La base está conectada a la placa de sujeción de la correa y está compuesta de la carcasa de base, la bobina y la tapa. La bobina se encuentra en un lugar vacío de la base de la carcasa en la parte superior donde existe una placa protectora.

Cuando la máquina está en funcionamiento la bobina se encuentra electrificada (energizada) por el cable. A continuación, la electricidad le da cierta fuerza de gravedad a la placa de prensado, por lo tanto, la fijación entre placa

de presión y la base, es alcanzada. Debido al uso de la fuerza de cierre electromagnético, la placa de presión puede satisfacer diversos requerimientos de piezas de trabajo. Además, puede ser utilizada para procesar piezas con paredes laterales, y su funcionamiento es muy sencillo.

- Propiedades

- La máquina dobladora de láminas emplea la estructura de acero de soldadura completa, por lo tanto poseen una gran fuerza y rigidez.
- Tanques de aceite en los dos extremos de la máquina-herramienta se colocan en deslizadores, y pueden accionar directamente el trabajo de deslizamiento
- El eje torcido, el cual ha forzado a la utilización de tecnología de sincronización se ha utilizado en la estructura de sincronización de deslizadores.
- La estructura de bloques mecánicos hace que el funcionamiento sea estable y fiable.
- La ruta del control deslizante puede ajustarse rápidamente por el motor, y puede ser utilizado un ajuste manual fino. El contador puede mostrar todos los ajustes

- Estructura de compensación de la desviación bisel cuña se adopta para asegurar la obtención de una mayor precisión de plegado.
- Barreno de pedestal

Figura 6. **Barreno de pedestal**



Fuente: NAVARRO, DIAZ, Juan. *Parámetros de mantenimiento programables: manual de operación y mantenimiento de motores*. p. 46.

- Características
 - Collar MK2
 - Manillas de ajuste con puntas de goma (1)
 - Ajuste continuo de altura de mesa (2)

- Soporte tubular con base ancha (3)
 - Incluye Torno de banco (4)
 - Protector contra escoria abatible (5)
 - Mandril con corona dentada (6)
 - Collar graduado para profundidad precisa de perforación (7)
 - Switch corta-corriente ON/OFF (8)
 - Mesa inclinable y girable horizontalmente
 - 12 velocidades que van de 220 a 2,450 rpm
 - Eje del mandril montado sobre rodamiento
- Datos técnicos
- Voltaje: 230 V ~ 50 Hz
 - Potencia: 630 W S2 15 min
 - Velocidad: 220 a 2,450 rpm (12 pasos)
 - Inclinación de mesa: -45° a +45°
 - Montaje del mandril: B16
 - Diámetro del mandril: Ø 3 a 16 mm
 - Diámetro de broca MK2: hasta Ø 20 mm
 - Garganta: 126 mm
 - Prof. máx. de perforado: 60 m
 - Peso neto: 33,5 Kg
 - Peso total: 35,5 kg
 - Dimensiones de empaque: 765 x 430 x 195 mm
 - Código de barras: 4006825 505023
 - Unidades de venta: 1 pc

3.2.2. Proceso

El proceso eficiente de fabricación de tanques se describe a continuación:

- Realizar una solicitud a la bodega de materia prima de la lámina de latón.
- Pesar la lámina y apuntar el valor del peso de salida y de entrada en un libro de control el cual deberá tener los datos indicados en el anexo No.1
- Verificar la contraseña en el radiador, nombre del cliente, fecha de recepción y fecha de entrega, tipo de vehículo, modelo y año del vehículo.
- Llevar la lámina al área de diseño de tanques. Esta resulta ser un área donde se encuentra una mesa amplia de madera para realizar los cortes respectivos en láminas de: 1/16", 3/32", entre otras.
- Obtener la plantilla de algunos diseños de trabajo.
- Realizar el trazo del tanque en la lámina, esto en relación con el tipo de radiador que se está trabajando. Ver ejemplo de diseño de tanque en lámina en el anexo No. 2
- Realizar el corte de los trazos en la lámina
- (Los encargados de realizar este diseño deberán estar entrenados para realizar los cortes con el menor desperdicio. Dentro de las técnicas aplicadas se pueden mencionar: Hacer cortes totalmente rectos para que el siguiente tanque sea cortado en el mismo borde; realizar las

mediciones de accesorios donde haya menor área desperdiciada).

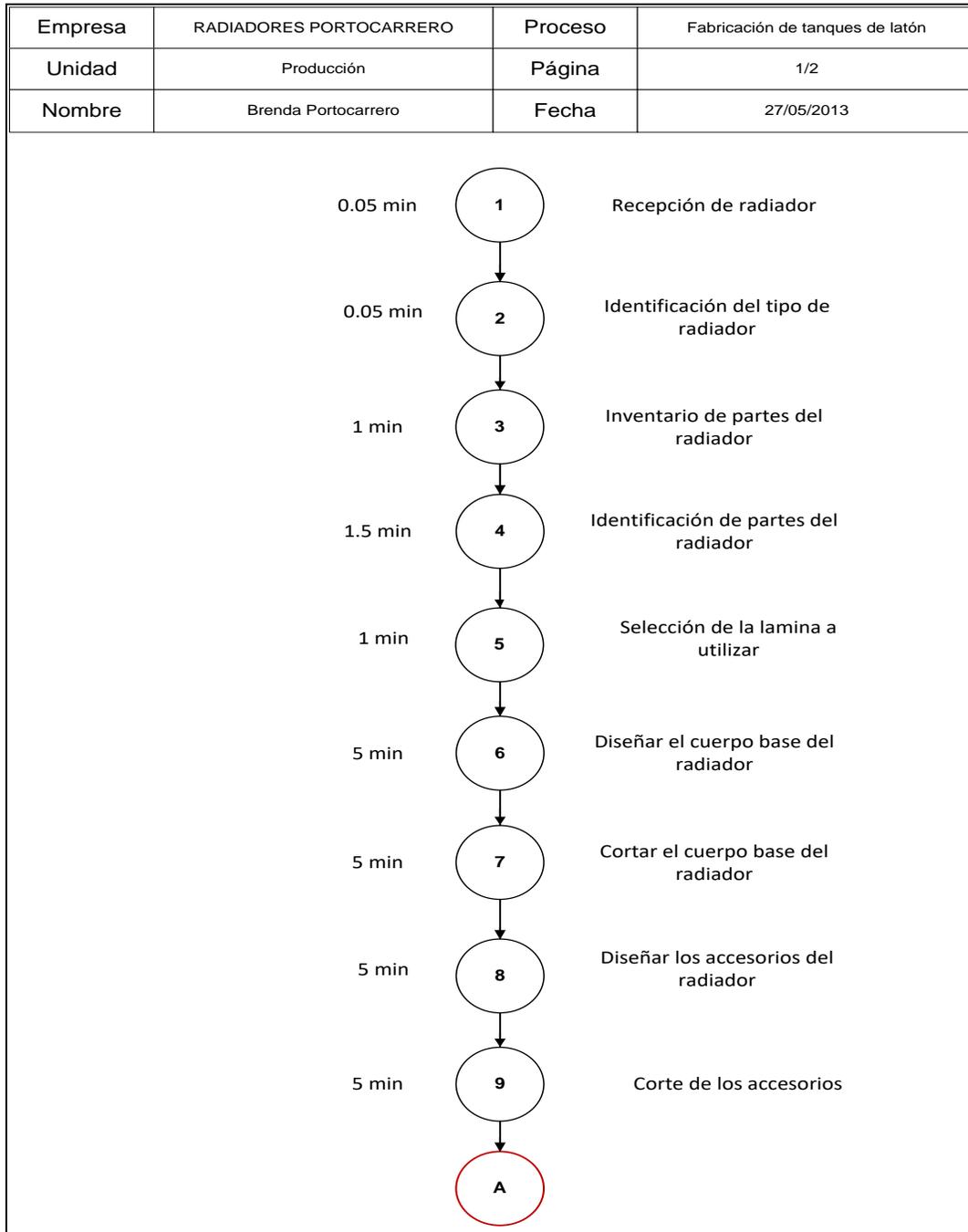
- Realizar los dobleces de los tanques en la respectiva dobladora, se busca realizar el tanque lo más parecido al original (basado en los planos) principalmente por estética; sin embargo mientras más dobleces perpendiculares al panel tenga, mayor rigidez tendrá la estructura del tanque.
- Realizar las partes de los tanques pequeñas, la cuales son piezas llamadas accesorios, deben poseer ciertos agujeros para realizar la instalación del radiador al carro, estos son abiertos con un barreno de banco.
- Trasladar tanque doblado y accesorios realizados al área de soldadura.
- Soldar el tanque a la plantilla base del radiador. Utilizando la misma aleación de cobre y zinc (Latón).
- Soldar los accesorios realizados al tanque utilizando la misma aleación de latón.
- Trasladar el radiador terminado al área de pintura
- Pintar, panel y tanques del radiador con anticorrosivo color negro, la pintura en el mismo, permite una mejor transferencia de calor.
- Reportar a la encargada de entrega que el radiador está terminado.

Como se lee en el proceso descrito anteriormente, la maquinaria necesaria para fabricar tanques de radiadores de cobre de vehículo liviano es: un barreno de pedestal y una dobladora con capacidad para metal de ½" en el siguiente apartado se analizan los diagramas de procesos, donde se agregan más detalles respecto a la producción y fabricación de tanques con el modelo sugerido de radiadores.

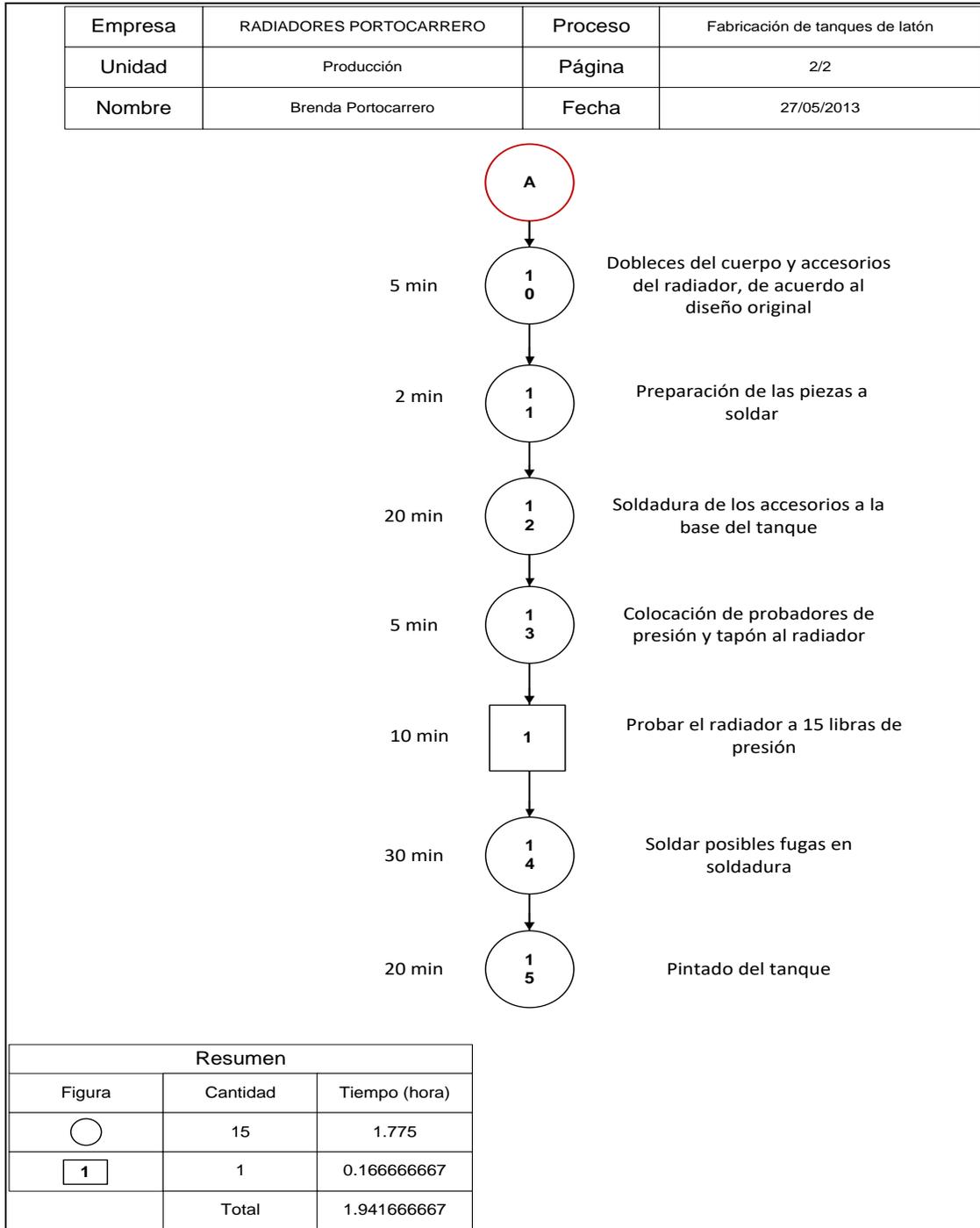
3.2.3. Diagrama de proceso

La empresa Radiadores Portocarrero posee diagramas que sirven como herramienta de análisis en representación gráfica de los pasos que las líneas de producción siguen en secuencia de actividades al procedimiento implementado de la fabricación de tanques de latón. Al utilizar estos símbolos, se simplifica la información de las líneas de producción y es más sencillo el proceso. En el siguiente diagrama se presentan las operaciones del proceso de fabricación de tanques de latón.

Figura 7. Diagrama de proceso para la fabricación de tanques de latón



Continuación de la figura 7.

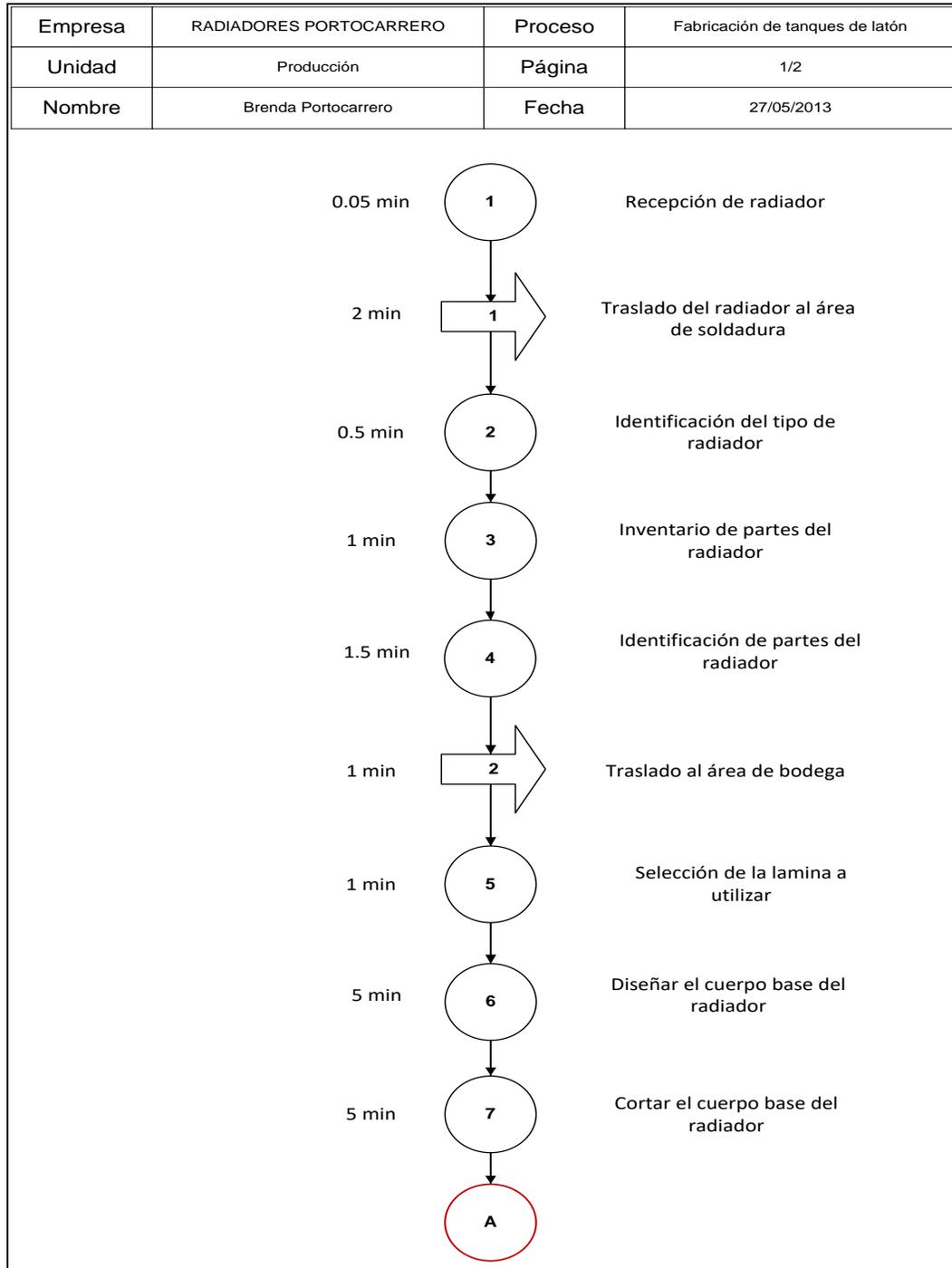


Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Diagrama de flujo del proceso

El diagrama de flujo del proceso representa las relaciones entre los principales componentes de manufactura llevados a cabo en los procesos de fabricación de tanques de latón de la empresa Radiadores Portocarrero. Se usa ampliamente para documentar o mejorar el proceso en función de su uso y contenido. En el siguiente diagrama de flujo se describe el proceso para la fabricación de tanques de latón.

Figura 8. Diagrama de flujo proceso para la fabricación de tanques de latón



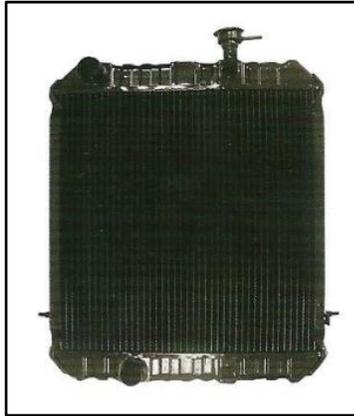
3.3. Paneles para radiadores de cobre

El material con más procesos de fabricación en el medio relacionado con los radiadores es el cobre, por sus características de maleabilidad, transferencia de calor, entre otras.

3.3.1. Maquinaria y equipo

Los paneles de los radiadores de cobre están realizados por medio de flejes de cobre, la cual esta sostenido por una armazón de tubos de latón estañados. Para realizar el proceso que permite llegar al producto terminado se realizó la selección de maquinaria de acuerdo con los siguientes criterios: costo, beneficio de adquisición, asistencia técnica para la misma, mantenimiento de la maquinaria, repuestos, tecnología y seguridad que ofrece el equipo; así mismo, la maquinaria depende del tipo de diseño de radiador. Se tienen principalmente dos diseños; el de flejes lineales o planos y en serpentín entre tubos o corrugado.

Figura 9. **Radiador**



Fuente: THIESSEN, Frank y DALES, David. *Manual técnico automotriz operación, mantenimiento y servicio*. p. 52.

Un radiador de flejes lineales o planos es llamado de diseño plano puesto que los flejes de cobre han sido puestos horizontalmente, entre cada uno de los tubos que conducen agua, estos están ensamblados simplemente entre los flejes de cobre.

Necesitan una maquinaria diferente que los corrugados, que consisten en el fleje corrugado adherido a los tubos por medio de un calentamiento en cobre, este sistema se ha definido como el más eficiente puesto que esta soldado el fleje con el tubo, por medio de un tiempo de calentamiento.

Asimismo, el proceso de fleje plano no necesita horneado, porque los tubos son insertados entre los flejes debidamente ordenados, la maquinaria que se necesita para el mismo es la siguiente:

- Perforadora para flejes planos estándar (*standard flat fin machine*):

El objetivo de esta máquina es perforar el fleje de tal manera que este fleje perforado tenga como resultado un paso lento del aire entre los flejes y que produzca una turbulencia que disipa el calor transferido al exterior del radiador, disminuyendo la temperatura.

Figura 10. **Perforadora**



Fuente: THIESSEN, Frank y DALES, David. *Manual técnico automotriz operación, mantenimiento y servicio*. p. 53.

La máquina trabaja extrayendo el fleje por medio de impulsos electrónicos o eléctricos dependiendo del tipo de maquinaria, por el presupuesto con el que cuenta la empresa se planificará la maquinaria de impulsos eléctricos.

Figura 11. **Perforadora desde otro ángulo**



Fuente: THIESSEN, Frank; DALES, David. *Manual técnico automotriz operación, mantenimiento y servicio*. p. 54.

Este fleje pasa por una serie de rodillos que lo perforan, luego es cortado a la medida necesaria, según el diseño del radiador original. Dentro de las características de esta maquinaria están:

- Perforador con forma de rodo.
- Gabinete de control (sistema electrónico).
- Dimensiones de la máquina: longitud: 1,45 metros, ancho: 1,14 metros, altura: 1,5 metros.
- Sistema neumático para el corte a la medida del fleje necesario, según las menciones de los radiadores.
- Tolerancia de corte: +/- 3 mm
- Velocidad de alimentación: 10 M/min.

Una vez se tienen los flejes perforados y cortados de acuerdo con la longitud del radiador se procede a armar los flejes en la mesa armadora.

- Troqueladora para la elaboración de plantillas de latón:

Figura 12. **Troqueladora**



Fuente: THIESSEN, Frank; DALES, David. *Manual técnico automotriz operación, mantenimiento y servicio*. p. 55.

Esta troqueladora consiste en un sistema hidráulico al cual se adhiere un dado y una base de dado con la forma de los agujeros en la plantilla para que se ubique la armazón de los tubos planos de latón y los flejes ya perforados. De esta manera la plantilla de latón (dos por radiador) queda con las medidas necesarias según la demanda del cliente.

- Escritorio de ensamblado manual de panel de centro plano (*Manual Flat Core Assembly Desk*):

Figura 13. **Mesa ensambladora**



Fuente: THIESSEN, Frank; DALES, David. *Manual técnico automotriz operación, mantenimiento y servicio*. p. 55.

Una vez troqueladas las plantillas de latón, especificada la cantidad de tubos planos de latón y perforados los flejes, se continúa con la armazón del radiador, en el escritorio de ensamblado. Esta ensambladora consiste en un escritorio con una parte móvil, y un sistema de prensa, con un tonillo sin fin. La cual le da las medidas al radiador, alineándose a los flejes perforados. De esta manera se realiza el ensamblado completo de los radiadores.

Como se observa en la figura 13 La mesa es totalmente adaptable a la cantidad de filas solicitadas por el cliente. Dentro de las características técnicas de este escritorio de ensamble manual están:

- Medidas máxima de ensamblaje: 75"x 75" pulgadas
 - Cantidad de filas: de 1 a 8 filas
 - Ensambladora viene incluida con caja de herramientas
- Máquina de recipiente de estaño caliente (*Header Plate Tinning Machine*):

Como se observa el objetivo principal de esta máquina es fundir estaño para soldar la plantilla de latón que fue ensamblada a los tubos y los flejes perforados; en el escritorio ensamblador.

Figura 14. **Máquina con resistencias para estaño**



Fuente: THIESSEN, Frank; DALES, David. *Manual técnico automotriz operación, mantenimiento y servicio*. p. 63.

El radiador es sumergido en un recipiente por un lapso de 3 segundos, para que los tubos queden soldados a la plantilla. Esta máquina cuenta con un brazo el cual levanta el radiador lo sumerge y luego lo separa del recipiente para que enfríe y suelde el estaño anteriormente fundido.

Dentro de las características de esta máquina se pueden mencionar:

- Sistema neumático para sumergir y levantar el radiador del recipiente de estaño caliente. (con un consumo de aire de 6 kgs/cm²).
- Precalentamiento del recipiente de estaño.
- Un recipiente de fundente para el estaño.
- Tanque de estaño.
- Caja eléctrica de control.

Esta máquina es indispensable para garantizar una perfecta fundición entre la plantilla y los tubos.

3.3.2. Proceso

El segundo proceso en la fabricación de un radiador completo es la fabricación del panel de cobre. Los pasos para el proceso eficiente de fabricación de panel de cobre para radiador son:

- Realizar una solicitud a la bodega de materia prima de fleje, estaño para la fundición en la plantilla, lámina de latón para la plantilla y tubo plano.
- Pesar la lámina, el fleje, contar la cantidad de tubo plano necesario y la lámina de latón; apuntar el valor del peso de salida y de entrada en un

libro de control el cual deberá tener los datos indicados en el anexo No.1 para detalles internos de la empresa.

- Verificar la contraseña en el radiador, nombre del cliente, fecha de recepción y fecha de entrega, tipo de vehículo, modelo y año del vehículo.
- Llevar la materia prima y todo lo necesario al área de ensamblaje donde se encuentra la maquinaria.
- Colocar el rollo de fleje en la máquina perforadora estándar.
- Ajustar la máquina perforadora de fleje, respecto al ancho del fleje y la longitud de corte de este.
- Preparar el área de recepción del fleje cortado y perforado.
- Cuantificar la cantidad de flejes cortados que se necesitarán para el tipo de radiador a fabricar. Por ejemplo, un radiador de una fila, llevará 40 flejes horizontales.
- Recolectar la cantidad de flejes necesarios para el radiador a armar.
- Trasladar los flejes troquelados al área de ensamble.
- Calibrar la mesa ensambladora de acuerdo con el tamaño del radiador y del fleje.
- Colocar los flejes ordenadamente en la cama o escritorio de ensamble

con el objeto de que los tubos ingresen en las ranuras específicas.

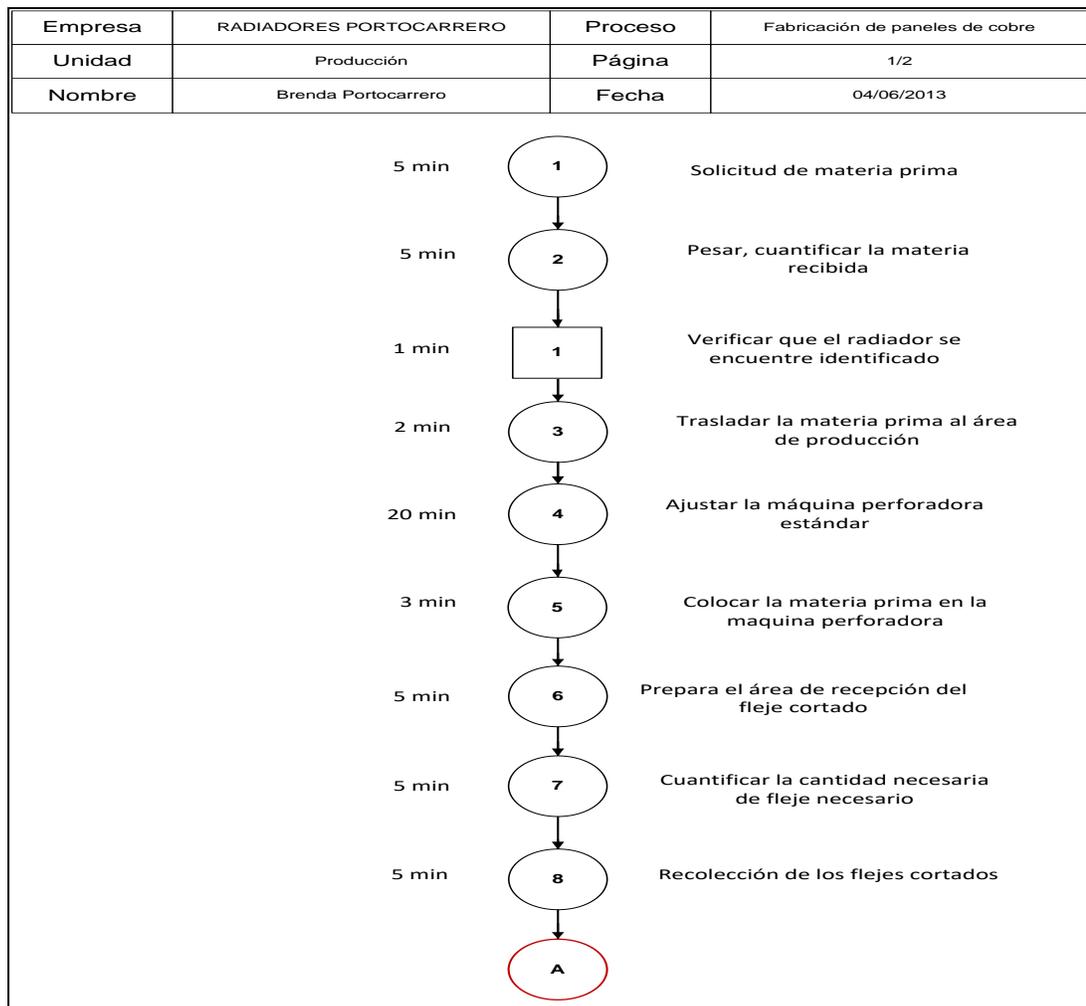
- Trasladar los tubos de latón al área de ensamblado.
- Insertar los tubos planos de latón entre las ranuras de los flejes perforados.
- Adaptar la plantilla de latón a la armazón de flejes y tubos.
- Trasladar el radiador completamente armado a la máquina de estaño fundido para soldar la platilla a los tubos con estaño.
- Adaptar el radiador a la máquina de estaño fundido, con el objeto de facilitar la movilidad de este.
- Esperar el proceso de sumergir y emerger el radiador en estaño hecho por la máquina.
- Retirar el radiador de la máquina fundidora de estaño.
- Reportar a la encargada de entrega que el panel está terminado.

Como se lee en el proceso descrito anteriormente, la maquinaria necesaria para fabricar paneles de radiadores de cobre de vehículo liviano es; la máquina de rodillos perforadores, la troqueladora de la plantilla, la mesa armadora y la máquina de fundición de estaño.

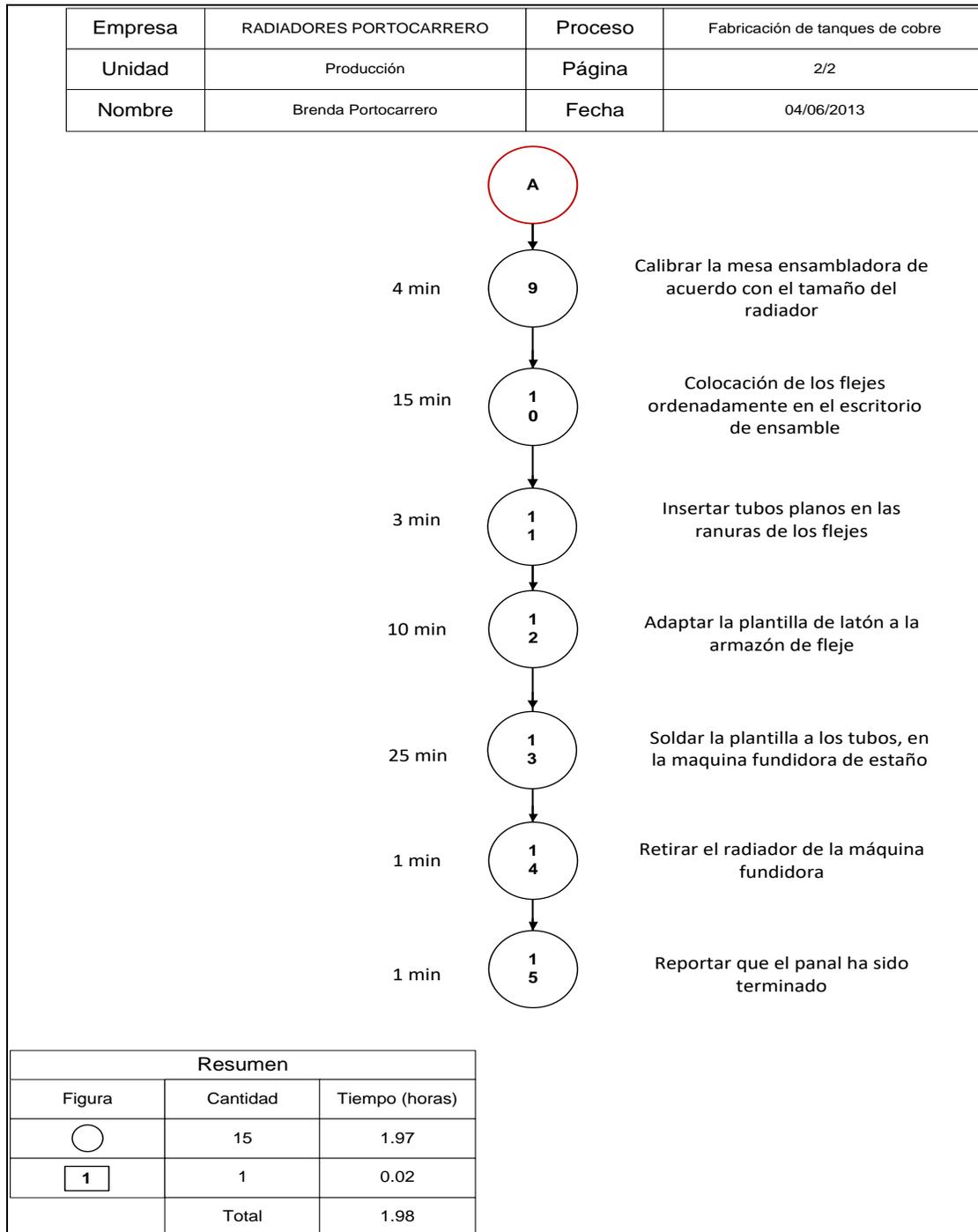
3.3.3. Diagrama de proceso

En el proceso de paneles para radiadores de cobre, la empresa utiliza los diagramas de procesos, para representar la fabricación de paneles de latón, por medio de un gráfico que crea sencillez y eficiencia de la comunicación e información del proceso. En la siguiente figura se presenta la descripción de la fabricación de paneles de cobre.

Figura 15. Diagrama de proceso para la fabricación de paneles de cobre



Continuación de la figura 15.



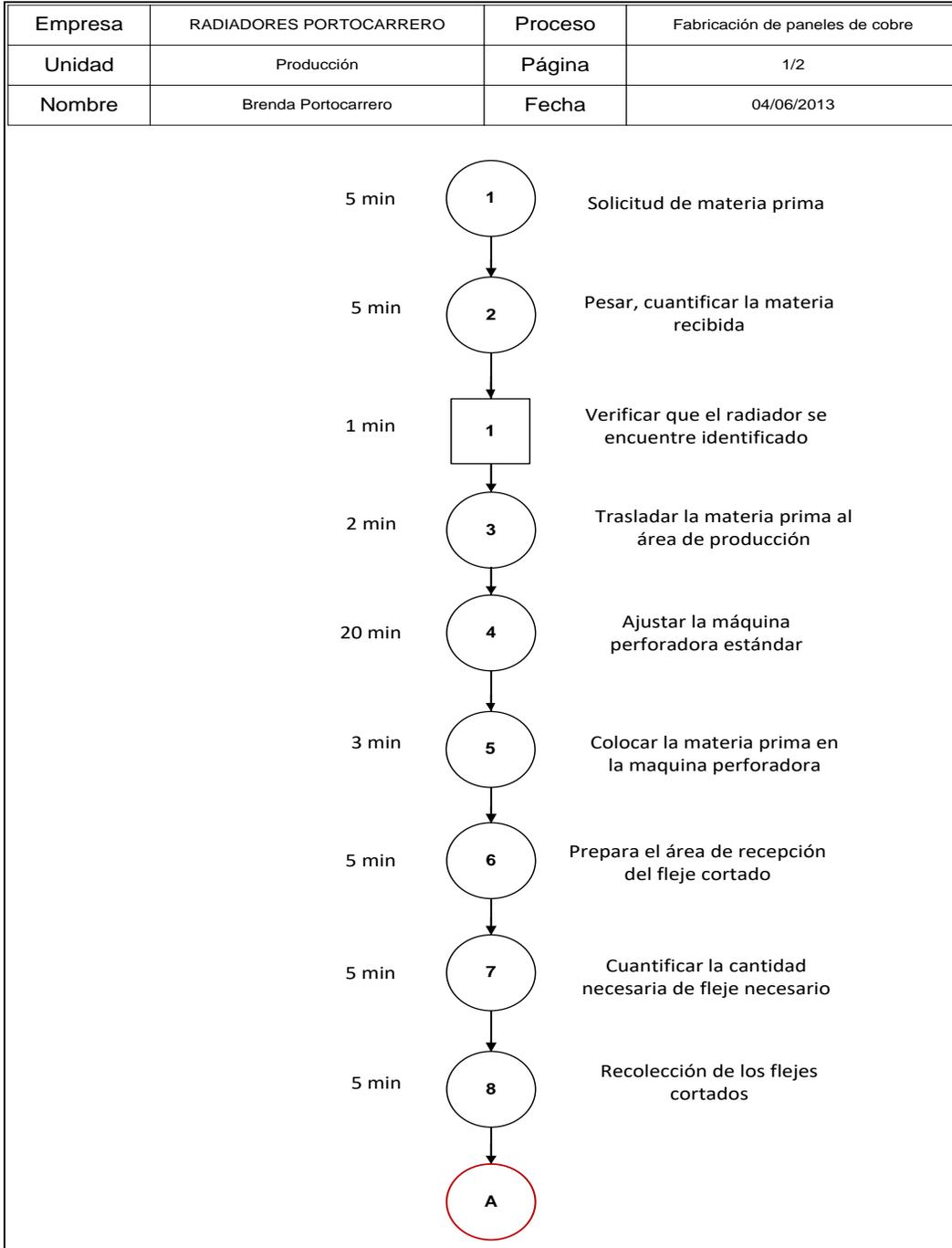
Fuente: elaboración propia.

3.3.4. Diagrama de flujo del proceso

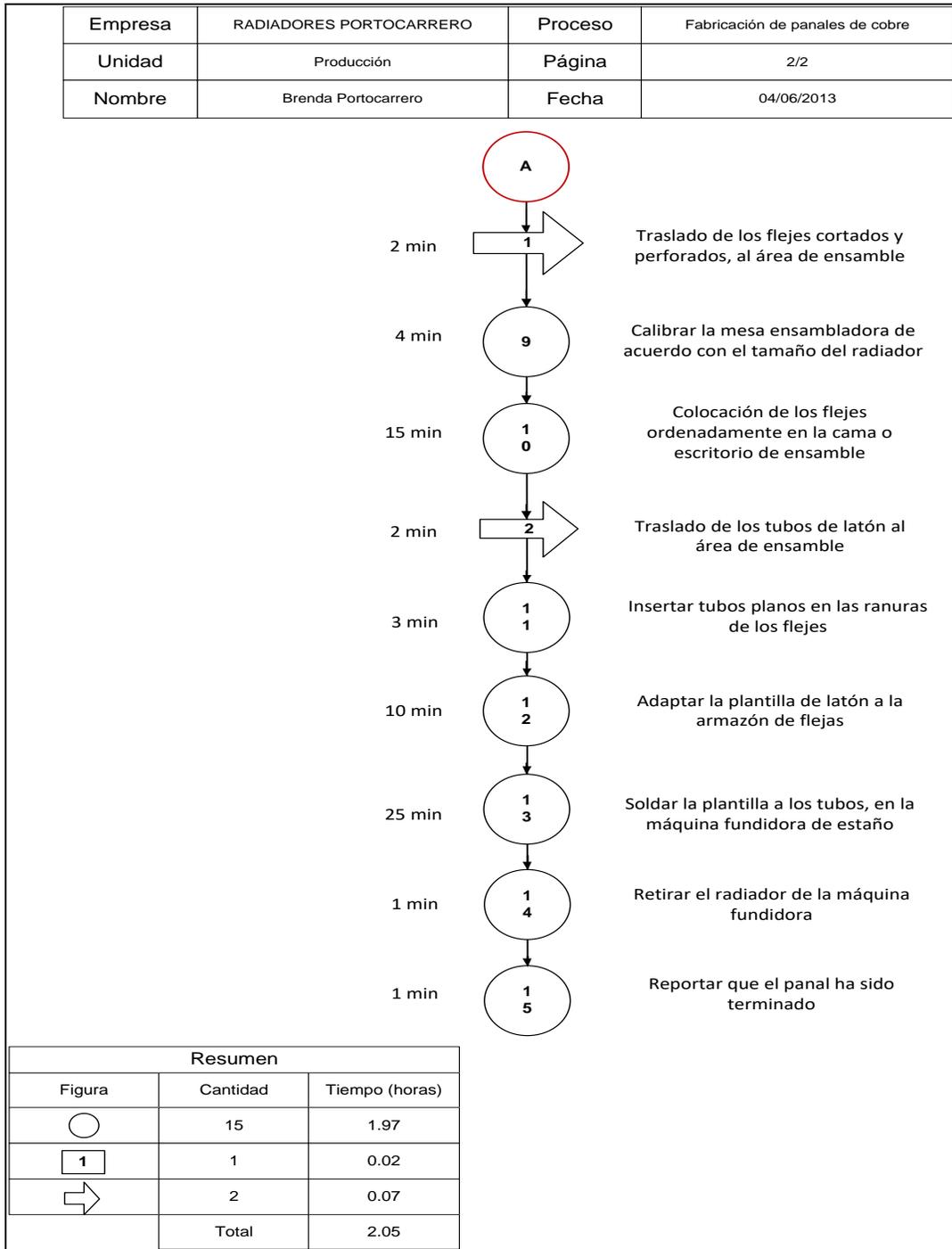
En los diagramas de flujo de proceso utilizados por la empresa Radiadores Portocarrero cada paso del proceso se representa por un símbolo que contiene una breve descripción y el tiempo de la etapa de proceso de fabricación. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

Por lo tanto, el diagrama de flujo ofrece la descripción visual de las actividades implicadas en el proceso de fabricación de panales de cobre, tal y como se presenta en el siguiente diagrama de flujo.

Figura 16. Diagrama de flujo, proceso para la fabricación de paneles de cobre



Continuación de la figura 16.



Fuente: elaboración propia.

3.4. Tipo y diseño de planta para la fabricación de radiadores

Debido a la experiencia que Radiadores Portocarrero cuenta en el mercado, se han definido ciertas distancias y necesidades de espacio que ayudan hacer más eficiente el trabajo dentro del área razón por la cual se han diseñado planos específicos.

3.4.1. Planos de la planta industrial

Una planta industrial es el lugar físico donde la materia prima se le aplica valor agregado transformándola en producto terminado, en este caso son radiadores. Los radiadores se realizan por medio de una secuencia de actividades que transforman física y anímicamente la materia prima, dentro de esta última se puede mencionar: flejes de cobre, lámina de latón, tubos de latón. Para localizar la planta se ha tomado distintos tipos de aspectos dentro de estos se pueden mencionar:

- Integración con otras empresas

Radiadores Portocarrero es una sociedad anónima y dentro de sus planes de crecimiento se pueden mencionar, la diversificación e integración con otras empresas; por ejemplo: taller de tornos, fresadoras y talleres de mecánica completa. El área necesaria para la fábrica de radiadores y las áreas para futuras integraciones empresariales o desarrollo de otras actividades se encuentran detalladas en cuatro planos cada uno de los cuales identifica un piso de la planta.

- Disponibilidad de mano de obra (educación, calidad, cultura, costos)

Radiadores Portocarrero es una empresa que se distingue por la formación de soldadores, mecánicos, ayudantes de mecánicos, entre otros. Estos jóvenes son entrenados desde un inicio con el objetivo de alcanzar las metas de la empresa, en ocasiones no cuentan con la posibilidad de estudiar, Radiadores Portocarrero les provee de la posibilidad de aprender un oficio, les permite que estudien de noche y les ayuda con pactos de pago en diferentes colegios de la zona.

Escuintla, cuenta con una excelente disponibilidad de mano de obra, la educación es apoyada por la empresa, la calidad de esta es aceptable para el tipo de actividad que se realiza y se permite observar una cultura de trabajo.

- Disponibilidad de servicios e infraestructura (electricidad, tratamiento de desechos, drenajes y agua)

Escuintla, es la segunda ciudad más productiva en Guatemala, es el departamento donde se encuentra la mayor cantidad de ingenios, fábricas, entre otros. La disponibilidad de servicios e infraestructura, tales como agua, luz, carreteras, entre otros., es muy buena. En el área donde la planta se ubicará es un complejo industrial, llamado Colinas de Mauricio, la disponibilidad de servicios e infraestructura es buena; sin embargo, se sugiere que se cuente con cisternas de agua y con generadores eléctricos, con el objetivo de estar preparado y continuar la producción de radiadores en caso de la carencia de estos servicios, existe un juego de planos que se encuentren elaborados y resguardados en las oficinas de Radiadores Portocarrero que describen lo siguiente: en el plano No. 1 se especifica y detalla un cuarto eléctrico planeado para un generador o planta eléctrica con medidas de 2,5 m X 2 m así mismo en

el plano No. 4 se encuentra la planificación de 4 cisternas que abastezcan la planta.

- Personal (cafetería, abarrotería, transporte, salud y guarderías)

El personal es el recurso más importante de la empresa, es por tal razón que su bienestar y comodidad es importante. En el plano No. 1 en la que será el área de taller, se ha planificado un área de comedor justamente bajo la rampa de acceso al segundo nivel, este comedor contará con un jardín para darle un ambiente agradable al trabajador durante su tiempo de almuerzo o receso; así mismo, se ha destinado un área para servicios sanitarios de hombres y mujeres este cuenta con duchas y letrinas, así mismo, el de hombres cuenta con mingitorios.

En el comedor existe un área donde encontrarán microondas, cafeteras, entre otros. En el Plano No. 3, que pertenece al tercer nivel; se han planificado las áreas de oficinas, ha sido seleccionado este nivel por la cantidad de personas que se espera contratar; se ha planificado un comedor y un área de servicios sanitarios para hombres y mujeres. Por otro lado cabe mencionar que el IGSS (Instituto Guatemalteco de Seguridad Social) se encuentra a 1 kilómetro de la planta.

- Transporte (materia prima, productos, personal)

Radiadores Portocarrero debe importar la principal materia prima de china, para lo cual el transporte a usar serán contenedores, estos contenedores, serán rentados para venir desde el Puerto Quetzal a la empresa el día de desembarque.

El producto terminado (radiadores completos) será enviado a las sucursales por medio de autobuses extraurbanos o urbanos según sea la necesidad de este, cuando los envíos lo ameriten, se enviarán por medio de vehículos de uso de la empresa, así mismo también podrán ser enviados haciendo uso de empresas dedicadas al transporte de paquetería. El personal, como se ha mencionado anteriormente, no contará con un transporte específico; este llegará a la empresa según sea su disponibilidad.

- Conveniencia del terreno (características del lugar, parqueos, áreas de carga).

El terreno es de 800 m² se encuentra en un residencial industrial el nombre de este es Residenciales Colinas de Mauricio, el terreno se encuentra en una posición plana.

- Reglamentos de construcción y ambiente

La construcción será regulada y aprobada por la Municipalidad de Escuintla. Para lo cual se presentarán los planos elaborados por esta tesis; para hacer eficiente la construcción de esta y conseguir la respectiva licencia de construcción.

El medio ambiente, está protegido por el Ministerio de Áreas Protegidas y la Municipalidad de Escuintla. Para lo cual se debe elaborar un respectivo estudio de impacto ambiental, donde se asegura que el proyecto no producirá emisiones en cantidades que el medio ambiente no pueda recuperarse.

- Requisitos de seguridad

Actualmente, se debe realizar un pago mensual a la lotificadora, monto que cubre, agua y seguridad en calles y casas. Entiéndase como seguridad al personal en garita donde la identidad del visitante es verificada al ingresar y vigilancia nocturna.

- Situación política (leyes e impuestos)

La situación política en Guatemala y Escuintla en cada período lectivo se ve afectada, es por esta razón que se determina de manera general.

- Concesiones (zonas francas, incentivos fiscales)

Radiadores Portocarrero no se verá beneficiado por las concesiones u otro tipo de beneficio por inversiones industriales.

- Cercanía con el mercado

Entiéndase por mercado, al lugar o centro de distribución del producto terminado, en este caso radiadores, el mercado de Radiadores Portocarrero se ha proyectado para toda Centroamérica, las instalaciones han sido planeadas para tener un ritmo de producción de 24 horas 7 días a la semana, para suplir pedidos de toda Centroamérica.

- Materias primas

Radiadores Portocarrero fabrica radiadores de cobre para vehículos livianos; la materia prima para los mismos proviene principalmente de China,

para lo cual se cuenta de una lista de proveedores tal como lo requiere la Certificación ISO 9001. Dentro de las materias primas se pueden mencionar:

- Flejes de cobre de hasta 3 pulgadas
 - Tubos de cobre estañado
 - Estaño puro
 - Plomo
 - Zinc
 - Latón en lámina de calibre del 20 al 24
-
- Fuentes de agua

La planta deberá de ser abastecida por agua municipal, esta será impulsada por una bomba hacia cisternas ubicadas en el 4to. Nivel de la planta (ver plano No. 4).

- Energía eléctrica y combustible

En la ciudad de Escuintla, se cuenta con un regular abastecimiento energético por medio de EEGSA, (Empresa Eléctrica de Guatemala S.A.). Los combustibles (tales como diésel, gasolina, gas); se encuentran fácilmente con distribuidores.

- Clima

El clima en Escuintla es un típico calor de costa, calor húmedo, a lo cual se puede añadir que es ideal para Radiadores Portocarrero puesto que es el departamento de mayor crecimiento industrial.

- Factores de la comunidad

Los factores comunitarios en ocasiones pueden eliminar la implementación de una planta, pero en este caso, se tiene planificado, trabajar en un complejo industrial lo cual implica que se cuenta con la completa aprobación de la comunidad.

3.4.2. Tamaño y medidas óptimas de la planta

La planta tendrá un edificio tipo 1 (terraza y block); estará distribuida en cuatro niveles:

- Nivel 1 (área de taller)

Se contará con dos rampas una hacia el 2do. Nivel y la otra a un desnivel hacia el nivel 1, el total del terreno es de 50 mts X 30 mts. Sin embargo, la construcción de la planta será de 40 mts X 30 mts esto es observable en el plano No. 1.

- Nivel 2 (área de proceso de fabricación de radiadores de cobre)

Es este segundo nivel se tendrán las máquinas las cuales han sido descritas con detalle en capítulos anteriores, para cumplir con el objetivo de fabricar radiadores de cobre de vehículos livianos. En este nivel se han contemplado bodegas y áreas de producto terminado, así mismo se han determinado los espacios para cargar y descargar 2 cabezales al mismo tiempo. El área de construcción es 40 mts X 30 mts verificar datos y medidas en el plano No. 2.

- Nivel 3 (área de oficinas)

Entiéndase por área de oficinas el área donde se encuentran escritorios y archivos para llevar a cabo el control, planificación, entre otros., necesario para la fábrica, estas oficinas estarán distribuidas en un área de 28,72 mts X 30 mts. Dentro de las oficinas instaladas en este nivel se pueden mencionar:

- Área de importaciones y exportaciones

Radiadores Portocarrero tiene contemplado las exportaciones inicialmente a toda Centroamérica, así mismo la importación de materia prima de países donde la manufacturación de estas es barata.

- Área de compras y ventas

Esta área es el pilar de una empresa, por ello se coloca énfasis en esta área administrativa, se contará con un jefe y con un asistente. En cada una de las áreas.

- Área de otros proyectos, industriales, agrícolas, ambientales, sociales

El potencial de expansión es grande por lo cual se sugiere a los encargados, poner énfasis en el área de otros proyectos, en cada una de esta área existe complejidad inclusive contabilidad y la completa administración en cada área.

- Nivel 4 (área de terraza)

En este nivel únicamente se encuentran, las cisternas de agua, los paneles solares y el helipuerto, planificado para el fácil acceso de los socios y accionistas al área de trabajo y reuniones.

- Altura del edificio

El edificio de la planta de Radiadores Portocarrero tendrá una altura de 13 metros y con tres niveles y una terraza.

- Acceso

La planta de fabricación tendrá un único acceso por medio del portón principal de la planta. Con una longitud de 10 metros de largo.

- Iluminaciones

Existen dos tipos de iluminación, natural y artificial; la planta contará con iluminación natural y artificial; puesto que se debe tomar en cuenta que se trabajará en horarios mixtos.

- Ventilación

Radiadores Portocarrero contará con amplios ventanales con el objetivos de tener una constante ventilación.

- Servicios

Entiéndase por servicios, aquellas áreas donde tanto empleados como clientes, podrán satisfacer necesidades; como baños, cafeterías o salas de estar. Esta planta contará con baños los cuales estarán ambientados con duchas y área de lockers, estará ubicado en la planta baja.

Así mismo en el tercer nivel, el cual será para la fabricación de panales y tanques, también se contará con un baño para hombre y mujeres separado. El tercer nivel es para el área administrativa, contabilidad, jurídico, entre otros. Así mismo se contará con una cafetería en la cual se venderá comida los tres tiempos.

- Eliminaciones de desperdicios

La principal materia prima de la empresa es la lámina de latón, aluminio y flejes de cobre y aluminio, estos materiales son perfectamente reciclables por lo tanto se colocarán recipientes en las área de cortes con el objetivo de reunirlos y poderlos vender a los centros de recolección y venta.

- Requerimientos especiales

Dentro de los requerimientos especiales, se pueden mencionar la necesidad de los respectivos parqueos y el equipo personal, así mismo, el área de descarga como rampas para facilitar la descarga de los materiales entre los diferentes niveles.

3.4.3. Distribución de maquinaria dentro de la planta industrial

Existen diferentes métodos para la distribución de maquinaria dentro de estos se pueden mencionar: por punto fijo, por proceso y por producto. Radiadores Portocarrero trabaja con producción intermitente, por lo cual, es conveniente, distribuir la maquinaria en los dos grandes procesos que se tiene, los cuales son: fabricación de tanques y de panales de cobres (ver plano No. 2).

Para llevar a cabo la distribución de la maquinaria dentro de la planta industrial se debe considerar una serie de puntos para analizar, como:

- Mano de obra (organigrama)

Dentro de la planta se considera tener los siguientes puestos:

- Gerente general

La función del gerente general dentro de Radiadores Portocarrero es aprobar los proyectos presentados por los mandos medios. Así mismo, definir el tiempo de ejecución de estos.

- Asistente de gerencial

Básicamente esta persona, estará encargada de verificar y planificar la agenda del gerente general, respecto a reuniones y otro tipo de actividades, tendrá las posibilidades de tomar importantes decisiones dentro de la empresa; con fines de realizar esta investigación se puede mencionar que se contratará únicamente 1 persona.

- Operarios

Las operaciones dentro de la fábrica de radiadores, juega un papel realmente importante, puesto que son estas personas las que llevan a cabo el funcionamiento de las máquinas y equipo; así mismo del mantenimiento de estas. Para esta posición, se contratarán 2 personas.

- Ayudantes de operarios

Los ayudantes de operarios, son aquellos encargados de brindarles ayuda a los operarios con el funcionamiento de la maquinaria, así como de su mantenimiento.

- Plano del área

Se cuenta con cuatro planos los cuales detallan lo explicado con anterioridad.

- Volumen de trabajo

Radiadores Portocarrero contará con una producción intermitente en base a lo cual se ha llevado a cabo el cálculo del punto de equilibrio en base a este se realizará el pronóstico del volumen de trabajo tanto mensual como semanal.

- Descripción y secuencia de las actividades a realizar

La secuencia del proceso de fabricación de radiadores de cobre de vehículo liviano, está básicamente definido por el movimiento del radiador dentro de la fábrica. Esto es observable en el plano No. 2, se puede verificar

que se ha definido el área de fabricación de panel y el área de fabricación de tanques. Dentro de cada una de las áreas se encuentra el tipo de maquinaria necesaria para cada uno de los procesos a realizar.

- Información del equipo y los servicios

Entiéndase como información aquella necesaria para utilizar correctamente el equipo y realizar correctamente los servicios prestados por la empresa. En este caso particular Radiadores Portocarrero fabricará radiadores completos.

- Información de los materiales (cantidad y tipo)

La cantidad y el tipo de materiales para utilizar no se encuentran definido cuando el tipo de producción es una producción intermitente. Por lo cual se hace mención que la materia prima depende del tipo de radiador a fabricar.

- Almacenamiento

El almacenamiento, para la planta de Radiadores Portocarrero se ha ubicado en el segundo nivel (ver plano No. 2) justamente después de terminar el radiador completo, pasan a una serie de bodegas en las cuales esperarán un respectivo pase de salida que permita que se entreguen los radiadores a su respectivo destino. El área de almacenamiento contará con contorno de malla, así mismo se usarán los racks para ordenar los radiadores.

- Líneas de comunicación entre departamentos

El medio de comunicación a utilizar entre los departamentos será de radios, con el objetivo de lograr comunicación de fábrica al área de taller y del mismo al área de administración.

3.5. Propuesta de un sistema de control de calidad

Existen diferentes tipos de sistemas de control de calidad, por ejemplo: la Norma ISO, las 5`'s, entre otras. Estas dependen del tipo de producción y del sistema administrativo de la misma. El sistema de control de calidad que se recomienda para Radiadores Portocarrero es la Norma ISO 9001; esta norma detalla los requisitos para los sistemas de gestión de calidad aplicable a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y reglamentos aplicables, su objetivo es aumentar la satisfacción al cliente.

Se recomienda iniciar con la lectura de la Norma ISO 9000, la cual constituye los fundamentos y vocabularios del sistema de gestión de calidad. La Norma ISO 9001, tiene diferentes tipos de enfoques los cuales buscan generar confianza en la capacidad de sus procesos y en la calidad de los productos, en este caso radiadores. Como parte importante se debe realizar una serie de documentación que respalde la aplicación de un sistema de control de calidad, esta debe incluir:

- Declaración documentada de una política de calidad y de objetivos de la calidad.
- Un manual de la calidad.

- Los procedimientos documentados y los registros requeridos por esta norma internacional.
- Los documentos, incluidos los requisitos de la organización determina que son necesarios para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos.

3.5.1. Manual de calidad

La organización debe establecer y mantener un manual de la calidad que incluya:

- El alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión.
- Los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad, o referencia a los mismos.
- Una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad.

3.5.2. Control de los documentos

Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para:

- Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión.

- Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente.
- Asegurar que se identifiquen los cambios y el estado de la versión vigente de los documentos.
- Asegurarse que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.
- Asegurarse que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables.
- Asegurarse que los documentos de origen externo, que la organización determina que son necesarios para la planificación y la operación del sistema de gestión de la calidad se identifican y que se controla su distribución.
- Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

3.5.3. Control de los registros

Los registros establecidos para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos, así como la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad deben controlarse. La organización debe establecer un procedimiento documentado para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, la retención y la disposición de

los registros. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Gastos de fabricación

Los gastos de fabricación para el proceso de fabricación de radiador de cobre de vehículo liviano en Radiadores Portocarrero están definidos por la sumatoria de costos variables, costos fijos, costos directos y costos indirectos.

Tabla II. **Gastos de fabricación**

No.	Definición	Total
1	Costos variables	Q 6 010,00
2	Costo fijo	Q 330,00
3	Costo directo	Q 835,00
4	Costo indirecto	Q 335,00
Gasto de fabricación		Q 7 510,00

Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Costos variables

Estos son aquellos que dependen de la cantidad de producción en un momento dado. Por ejemplo, en este caso, los costos variables serán la energía eléctrica, el consumo de agua, los cuales dependen de la cantidad de producción y de las horas de trabajo en función de la demanda.

- Consumo de energía

Como se ha observado en datos anteriores, el proceso se realizará en cuatro máquinas, las cuales tiene diferentes características y especificaciones dadas por fabricante. En Guatemala, actualmente el precio de Kilowatt hora es de Q 1,90 por lo tanto, los siguientes cálculos se elaboran en Kilowatt/hora y el valor mensual que reportará la empresa al producir radiadores con un uso de 7 horas al día 26 días al mes, descontando domingos únicamente.

- Cálculo del consumo de energía

Tabla III. **Cálculo de consumo de energía**

Máquina Perforadora para flejes planos estándar							
Volteos	220	Amperios	25	horas	7	días por mes	26
Valor total de Kilowatt/hora		1001					
Máquina Troqueladora de plantillas:							
Volteos	220	Amperios	12	horas	7	días por mes	26
Valor total de Kilowatt/hora		480					
Escritorio de ensamblado manual de panel de centro plano							
Volteos	220	Amperios	12	horas	7	días por mes	26
Valor total de Kilowatt/hora		480					
Máquina de recipiente de estaño caliente							
Volteos	220	Amperios	30	horas	7	días por mes	26
Valor total de Kilowatt/hora		1 201					

Fuente: elaboración propia.

- Interpretación de los cálculos

La máquina de recipiente de estaño, es la que mayor kilowatt/hora reporta, por la potente resistencia que lo constituye. En segundo plano se encuentra la máquina perforadora, la cual abre el agujero en las plantillas de latón, los datos anteriores de kilowatt/hora son los necesarios para que la planta funcione 7 horas al día por un total de 26 días al mes.

- Costos respecto al cálculo de energía

El total de kilowatt/hora durante 7 horas de producción diaria en 26 días al mes es de: 3 163,2 kilowatt/hora y a un precio de Q1,90 el kilowatt hora el consumo aproximado de energía eléctrica será de: Q 6 010,00 aproximadamente.

Tabla IV. **Costos respecto al cálculo de energía**

No.	Descripción	Monto
1	3 163 kilowatt/mes	Q6 010,00
	Total	Q6 010,00

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. **Costos fijos**

Los costos fijos son aquellos que no importando la cantidad de horas, la cantidad de radiadores a producir; estos siguen existiendo, por ejemplo el alquiler del local, del predio, entre otros.

- Cálculo de costos fijos

Para el caso de Radiadores Portocarrero los costos fijos mensualmente serán los siguientes:

Tabla V. **Cálculo de costos fijos**

No.	Descripción	Monto
1	Cuota municipal de puerta/mes	Q 150,00
2	Cuota municipal por uso de agua /mes	Q 180,00
Total		Q 330,00

Fuente: elaboración propia.

No se realizarán pagos de alquiler puesto que la empresa es propiedad de Radiadores Portocarrero.

4.1.3. Costos directos

El costo directo se ve reflejado en el producto, como por ejemplo: el empaque, no es necesariamente una materia prima, sin embargo, está relacionado directamente con el producción y varía de acuerdo con ella, aún con esta variación no es un costo variable, puesto que de un mes a otro aunque la producción es distinta la mercancía puede mantenerse en bodega sin afectar directamente el monto de un costo.

- Cálculo de costos directos

Tabla VI. **Cálculo de costos directos**

No.	Descripción	Monto
1	Cartón para envoltura de los radiadores	Q 300,00
2	Sellador para completar envoltura	Q 35,00
3	Impresiones en cartones	Q 500,00
Total		Q 835,00

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, el total de costos directos mensualmente será de: Q 835,00 (ver en anexos cotizaciones por montos y detalles).

4.1.4. Costos indirectos

Son aquellos que se producen por ser imprescindibles para hacer el producto en este caso radiadores, sin embargo, no es parte de este. Dentro de este tipo de costo se puede mencionar: costos por mantenimiento de maquinaria, de control de calidad, mantenimiento de equipo de medición y oficina.

- Cálculo de costos indirectos

Tabla VII. **Cálculo de costos indirectos**

No.	Descripción	Monto
1	Costo mensual por mantenimiento de 4 máquinas	Q 1 500,00
2	Verificación de control de calidad	Q 1 400,00
Total		Q 335,00

Fuente: elaboración propia.

4.2. **Costo primo**

La definición de costo primo, está dada por la sumatoria de la materia prima y la mano de obra, estos dos costos son realmente básicas para la toma de decisiones respecto a inversiones.

Tabla VIII. **Costo primo**

No.	Descripción	Total
1	Mano de obra	Q 14 800,00
2	Materia prima	Q 315 000,00
Total de costo primo		Q 329 800,00

Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Mano de obra

La mano de obra es aquella que está relacionada directamente con la producción.

- Cálculo de mano de obra (directa)

Tabla IX. **Mano de obra**

Cantidad	Descripción	Salario mensual	Total de salarios
2	Operario para las 04 máquinas (jornada diurna)	Q 2 700,00	Q 5 400,00
2	Soldadores para realizar tanques	Q 2 700,00	Q 5 400,00
1	Supervisor del equipo de la fabricación de radiadores	Q 4 000,00	Q 4 000,00
		Total	Q 14 800,00

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Materia prima

La materia prima, es definida como todo aquel material necesario para llevar a cabo la fabricación de los radiadores.

- Cálculo de materia prima (consumo mensual con una producción diaria de 10 radiadores).

Tabla X. **Materia prima**

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
1	Fleje de cobre con una pulgada de ancho	Q 3 500,00	Q 3 500,00
10	Libras de estaño puro	Q 300,00	Q 3 000,00
10	Libras de plomo	Q 50,00	Q 500,00
1	Lámina de latón No. 20	Q 3 500,00	Q 3 500,00
		Total diario	Q 10 500,00
		Total mensual	Q 315 000,00

Fuente: elaboración propia.

4.3. **Costo de producción mensual (con una producción aproximada de 10 radiadores diarios)**

Este es la sumatoria del costo primo y el gasto de fabricación, ambos datos se han calculado con anterioridad. Para lo cual se observa la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de producción} = \text{costo primo} + \text{gasto de fabricación}$$

Tabla XI. **Costos de producción mensual**

No.	Descripción	Total
1	Gasto de fabricación	Q 7 510,00
2	Costo Primo	Q 329 800,00
Total		Q 337 310,00

Fuente: elaboración propia.

4.4. Costos iniciales

Estos son definidos como, aquellos gastos que se realizan al inicio de la producción, por ejemplo: la adquisición de las maquinas, será un gasto inicial, así mismo, la inversión para la construcción de la planta industrial.

Tabla XII. Costos iniciales

No.	Descripción	Total
1	Adquisición de terreno 50 X 30 mts. en Colinas de Mauricio.	Q 400 000,00
2	Construcción de pared perimetral 600 mts2.	Q 60 000,00
3	Construcción de nivel No. 1 360 mts2	Q 36 000,00
4	Construcción de 2do. Nivel de la planta. 414 mts2	Q 41 488,00
5	Construcción de 3er. Nivel 352 mts2	Q 32 250,00
6	Construcción de 4to. Nivel (360 mts2)	Q 36,000,00
7	Fundición de terraza.3 500,00 mts2	Q 350 000,00
8	Adquisición de la máquina: perforadora para flejes planos estándar	Q 168 000,00
9	Adquisición de máquina: troqueladora	Q 150 000,00
10	Adquisición de escritorio de ensamblado manual de panel de centro plano (<i>Manual Flat Core Assembly Desk</i>)	Q 60 000,00
11	Máquina de recipiente de estaño caliente (<i>Header Plate Tinning Machine</i>)	Q 176 000,00
12	Moldes y piezas para el mantenimiento.	Q 72 000,00
13	Instalaciones necesarias en el área de trabajo	Q 5 000,00
	Total	Q 1 586 738,00

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, los gastos iniciales para Radiadores Portocarrero serán de Q 1 586 738,00, aproximadamente.

Tabla XIII. Determinación de la tasa interna de retorno para la implementación del proceso eficiente de fabricación de radiadores completos para vehículos de cobre

Período	Mes	Inversión	Gasto mensual	Ingreso	VT. Mercado	FCR	Periodo de recuperación
0	enero	Q 1 586 738,00		Q 0,00		-Q1 586 738,00	
1	Feb.		Q 337 310,00	Q 0,00		-Q 337 310,00	-Q 337 310,00
2	Marzo.		Q 337 310,00	Q 468 000,00		Q 0,00	Q 0,00
3	abril		Q 337 310,00	Q 468 000,00		Q 130 690,00	-Q 206 620,00
4	mayo		Q 337 310,00	Q 468 000,00		Q 130 690,00	-Q 75 930,00
5	junio		Q 337 310,00	Q 468 000,00		Q 130 690,00	Q 54 760,00
6	julio		Q 337 310,00	Q 468 000,00		Q 130 690,00	Q 185 450,00
7	agosto		Q 337 310,00	Q 468 000,00		Q 130 690,00	Q 316 140,00
8	sept		Q 337 310,00	Q 468 000,00		Q 130 690,00	Q 446 830,00
9	octubre		Q 337 310,00	Q 468 000,00		Q 130 690,00	Q 577 520,00
10	nov		Q 337 310,00	Q 468 000,00		Q 130 690,00	Q 708 210,00
11	dic.		Q 337 310,00	Q 468 000,00		Q 130 690,00	Q 838 900,00
12	enero		Q 344 056,20	Q 468 000,00		Q 123 943,80	Q 962 843,80
13	Feb.		Q 344 056,20	Q 468 000,00		Q 123 943,80	Q 1 086 787,60
14	Marzo.		Q 344 056,20	Q 468 000,00		Q 123 943,80	Q 1 210 731,40

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla XIII, con una producción de 8 horas diarias, de 26 días y de 10 radiadores diarios, Radiadores Portocarrero contará con un período de recuperación de 14 meses, es decir: un año y dos meses. Así mismo, el proyecto cuenta con una TIR del 6 % (cálculo realizado con herramienta de Excel) la cual es aceptable puesto que la tasa pasiva de los bancos actualmente es del: 5,73 % y la TIR del proyecto es mayor.

4.5. Productividad total del proceso de fabricación

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático, es decir, que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (insumos) en un periodo de tiempo dado si se obtiene el máximo de productos.

- Productividad = salida/entradas
- Entradas: mano de obra, materia prima, maquinaria, energía, capital
- Salidas: productos
- Misma entrada, salida más grande
- Entrada más pequeña, misma salida

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran a juego otros aspectos muy importantes como; la medición de la productividad y tipos de productividad.

4.5.1. Medición de la productividad

Para Radiadores Portocarrero la productividad se define como la relación entre insumos y productos, en tanto que la eficiencia representa el costo por unidad de producto. Para lo cual se utiliza la fórmula siguiente:

Productividad=número de unidades producidas/insumos empleados

Sin embargo, en Radiadores Portocarrero la producción reportada es, intermitente, en este caso la fórmula para la productividad se modifica convirtiéndose en:

$$Productividad = \frac{\text{producción a} + \text{producción b}}{\text{insumo de empleado}}$$

Los cálculos y análisis realizados en esta investigación han sido principalmente en costos monetarios, por lo cual, el cálculo de la productividad se hará de la misma manera:

$$Productividad = \frac{\text{Ventas netas de la empresa}}{\text{Salarios pagados}}$$

La producción calculada es de: 10 radiadores diarios los cuales dan un resultado de 260 radiadores mensuales a un costo de Q1 800,00 cada uno, las ventas netas calculadas serán de Q 468 000,00 mensuales.

$$Productividad = \frac{Q\ 468\ 000}{Q\ 14\ 800,00}$$

$$Productividad = 31,62$$

Se observa que la productividad calculada será de 31,62 lo cual implica que por cada quetzal invertido en mano de obra se recibe Q 31,62 en las ventas.

Todas estas medidas son cuantitativas y no se considera en ellas el aspecto cualitativo de la producción (un producto debería ser bien hecho la primera vez y responder a las necesidades de la clientela). Todo costo adicional (reinicios, prefabricación, reemplazo reparación después de la venta) debería ser incluido en la medida de la productividad. Un producto también puede tener consecuencias benéficas o negativas en los demás productos de la empresa.

En efecto si un producto satisface al cliente, éste se verá inclinado a comprar otros productos de la misma marca; si el cliente ha quedado insatisfecho con un producto se verá inclinado a no volver a comprar otros productos de la misma marca. El costo relacionado con la imagen de la empresa y la calidad debería estar incluido en la medida de la productividad.

4.5.2. Tipos de productividad

Aunque el término productividad tiene distintos tipos de conceptos básicamente se consideran dos: como productividad laboral y como productividad total de los factores (PTF).

- Productividad laboral

La productividad laboral se define como el aumento o disminución de los rendimientos, originado en la variación de cualquiera de los factores que intervienen en la producción: trabajo, capital, técnica, entre otros.

- Productividad total de los factores

Se relaciona con el rendimiento del proceso económico medido en unidades físicas o monetarias, por relación entre factores empleados y

productos obtenidos. Es uno de los términos que define el objetivo del subsistema técnico de la organización. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas.

4.6. Cálculo de eficiencia respecto al proceso propuesto

Con el proceso sugerido la eficiencia deberá ser mejorada continuamente por lo cual deberá ser medida. La fórmula utilizada para el siguiente cálculo es:

Tabla XIV. De eficiencia y efectividad

EFICACIA		EFICIENCIA		EFECTIVIDAD
RA / RE		$\frac{(RA / CA * TA)}{(RE / CE * TE)}$		$\frac{\text{Puntaje eficiencia} + \text{Puntaje eficacia}}{2}$ Máximo puntaje
RANGOS	PUNTOS	RANGOS	PUNTOS	La efectividad se expresa en porcentaje (%)
0 – 20%	0	Muy eficiente > 1	5	
21 – 40%	1	Eficiente = 1	3	
41 – 60%	2			
61 – 80%	3	Ineficiente < 1	1	
81 – 90%	4			
>91%	5			
Donde R = Resultado, E = Esperado, C = Costo, A = Alcanzado, T = Tiempo				

Fuente: elaboración propia.

$$Eficiencia = \frac{\frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Costo alcanzado}}}{\frac{\text{Resultado esperado}}{\text{Costo esperado}}} \times \frac{\text{Tiempo alcanzado}}{\text{Tiempo esperado}}$$

El objetivo de la presente investigación es sugerir a Radiadores Portocarrero un proceso eficiente para lo cual se deberá tomar en cuenta los siguientes datos:

Tabla XV. **Datos esperados**

No.	Descripción	Valor
1	Resultado esperado/radiador	Q1 800,00
2	Costo esperado/radiador	Q1 297,34
3	Tiempo esperado (min.)	Q. 244,5

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, se deberá llenar una serie de datos los cuales complementarán la fórmula necesaria de la eficiencia, esto se realizará observando la producción y los valores alcanzados u obtenidos.

Tabla XVI. **Datos alcanzados**

No.	Descripción	Valor
1	Resultado alcanzados/radiador	Q
2	Costo alcanzados/radiador	Q
3	Tiempo alcanzados/radiador	

Fuente: elaboración propia.

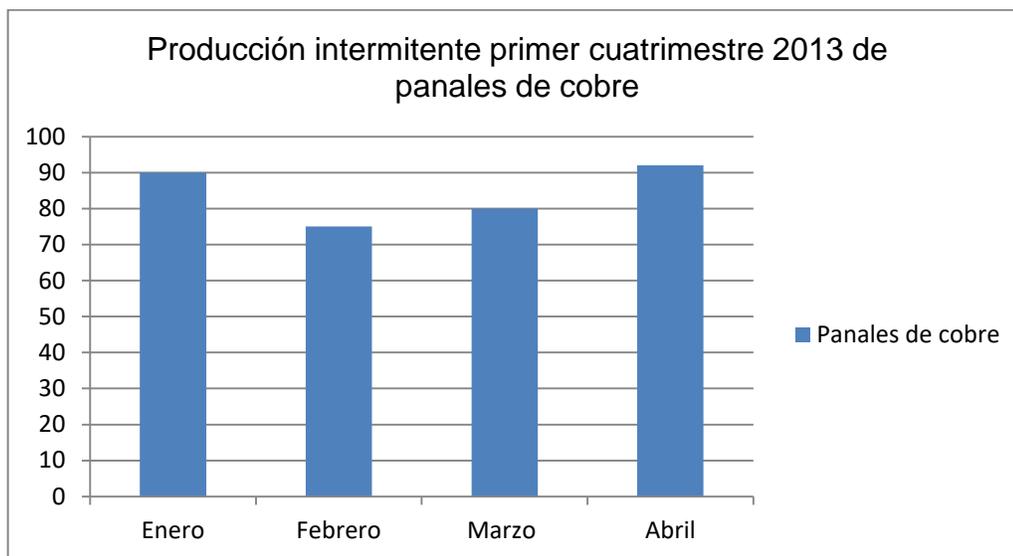
Al completar la tabla anterior se podrá realizar el cálculo exacto de eficiencia en relación con el proceso de fabricación de radiadores de cobre de vehículo liviano.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Estadísticas actuales y esperadas

Las siguientes estadísticas de Radiadores Portocarrero indican la cantidad de paneles de cobre producidos durante el primer cuatrimestre del año 2013, como se observa en la siguiente gráfica, el número promedio de radiadores producidos por mes es de 92 Paneles, con el modelo de producción sugerido se espera que la producción sea en promedio de 260 radiadores por mes, esto permitiría a la empresa trabajar 8 horas diarias, de lunes a viernes y con condiciones labores muy buenas para los colaboradores:

Figura 17. Estadísticas de producción



Fuente: elaboración propia.

5.2. Auditorías

Existen diferentes tipos de auditorías, estas dependen del tipo de trabajo que se realiza dentro de estas se pueden mencionar: auditorías internas y externas.

5.2.1. Auditorías internas

Realizarán auditorías internas aquellas personas que hayan recibido la capacitación para ser auditor interno, la cual es impartida por el ente certificador, esto deberá ser comprobado, por medio, de un diploma de participación que extenderá el ente certificador.

5.2.2. Auditorías externas

Estas son aquellas realizadas por el ente certificador, ya sea las que se hacen previas a la certificación u otras que se realizan para mantener vigente la certificación dentro de la empresa.

5.3. Resultados de aplicar un sistema de gestión de calidad

El principal resultado observable debe ser la minimización de costos en el proceso sugerido, así mismo, el aumento de la satisfacción de los clientes respecto a un nuevo sistema de producción.

5.3.1. Alcance de la mejora

Esta aplicación de mejora tiene como objetivo Talleres de Reparación de Radiadores, principalmente a Radiadores Portocarrero S.A.

5.4. Mejoras esperadas al aplicar sistemas de gestión de calidad

Lo principal que se espera que funcione en Radiadores Portocarrero es la minimización de tiempo y de recursos lo cual afectaría directamente los índices de eficiencia y productividad del proceso.

5.4.1. Mejoras esperadas en la fabricación de tanques

- La disminución de tiempo necesario para la fabricación de tanque en comparación al tiempo actual.
- Mayor satisfacción de los clientes
- Ahorro de materia prima necesaria para la fabricación
- Mayores ingresos para la empresa

5.4.2. Mejoras esperadas en la fabricación de panales para radiadores

- La disminución de tiempo necesario para la fabricación de tanques, en relación con el método actual.
- Mayor satisfacción de los clientes, al contar con un producto con mayor

calidad y mejor precio.

- Ahorro de materia prima necesaria para la fabricación.
- Mayores ingresos para la empresa.

CONCLUSIONES

1. Dentro de los problemas observados del proceso de fabricación de radiadores actual, se pueden mencionar: el proceso inconcluso respecto a la fabricación de radiadores, ya que se realizan los tanques tanto superior como inferior de los radiadores; sin embargo, los panales son adquiridos en diferentes fábricas de Centroamérica. Otro problema observado es la necesidad de sistemas de calidad que permitan mejorar no solo los procesos de la empresa, sino garantizar la satisfacción del cliente.
2. El proceso para la fabricación de radiadores se divide en dos, uno con el diseño y fabricación del tanque y el otro con el del panal de cobre. Los procesos se convierten en eficientes cuando el tiempo, el dinero, los recursos utilizados son menores que los planeados. En Radiadores Portocarrero la eficiencia no se medía, se ha propuesto una tabla que los gestores de calidad deberán llenar y analizar para hacer el respectivo cálculo de eficiencia. Por lo tanto, en este trabajo de graduación, se han plasmado observaciones realizadas durante los procesos de fabricación, las cuales permitieron la identificación de tiempos, cantidad de materiales y la experiencia de gran parte del equipo de Radiadores Portocarrero.
3. Los índices de eficiencia son parámetros necesarios para la definición de una mejora continua y aplicable en el proceso de fabricación de radiadores de cobre de vehículo liviano, se han definido dos tablas, una basada en valores esperados y la otra deberá ser completadas por aquellos encargados de nuevos proyectos o encargados.
4. Dentro de la maquinaria necesaria para la fabricación de tanques de cobre

están: dobladora y barrenos de pedestal, así mismo, dentro de la maquinaria necesaria para fabricar paneles de cobre se pueden mencionar: la perforadora, la troqueladora para la plantilla, la mesa ensambladora y la mesa de resistencia para estaño; estas han sido ubicadas de tal manera que el proceso sea realizado por 2 personas.

5. En los planos adjuntos en los anexos de esta presente investigación, se detallan las dimensionales de la planta, para que se realicen los diferentes procesos. Las distancias y la ubicación de las máquinas es importante para asegurar la eficiencia de la empresa.
6. La tasa interna de retorno es del 6 % para el proyecto de implementación de proceso eficiente para la fabricación de radiadores de cobre para vehículos livianos. Con una tasa superior que la tasa pasiva de los bancos se puede afirmar que el proyecto debe ser puesto en marcha. Actualmente, la tasa de interés pasiva de los bancos en el sistema guatemalteco gira alrededor del: 5,78 %.
7. Dentro de las oportunidades de mejora del proceso se pueden mencionar: disminución del tiempo de fabricación, disminución de las distancias recorridas, mejora de las instalaciones en las cuales se realizan los procesos, para motivar a los compañeros.

RECOMENDACIONES

1. Todo lo que se puede medir se puede mejorar, por lo cual se recomienda realizar controles en cada uno de los procesos que conlleva la fabricación de radiadores completos.
2. Llevar a cabo las respectivas mediciones no únicamente de eficiencia, sino también de eficacia, productividad y todas aquellas que le den a la persona una idea de cómo mejorar su trabajo.
3. Realizar detallados planes de mantenimiento que garanticen el correcto funcionamiento de la maquinaria.
4. Tomar en cuenta los planos elaborados como parte de esta investigación, que detallan dimensiones de una planta para llevar a cabo la fabricación de radiadores de cobres.
5. La única manera como la tasa interna de retorno y otros índices mejoren, es aumentando ingresos o disminuyendo los egresos, esta es una recomendación simple respecto a la mejoría de los índices financieros los cuales son importantes y determinantes para la toma de decisiones.
6. Aplicar sistemas completos de calidad los cuales permitan garantizar la satisfacción del cliente.

BIBLIOGRAFÍA

1. CALDERÓN GARCÍA, José Eduardo. *Apuntes del curso de Economía de procesos*. Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2010.125 p.
2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos*. México: McGraw-Hill, 1998. 272 p.
3. GARCÍA FERNÁNDEZ. *Optimización de procesos, enfoque global, departamento de ingeniería química*. Universidad de la Laguna, España: Tenerife, islas Canarias, 1999. 114 p.
4. GOUNGMENG. *Precios de maquinaria*. GoungMeng, China: CO. LTD., 2013. 10 p.
5. NAVARRO DIAS, Juan Carlos. *Parámetros de mantenimiento programable: manual de operación y mantenimiento de motores*. Guatemala: CAT Learning, 2006. 45 p.
6. NIEBEL, Benjamin V. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. Andris Freivald. 11a ed. México: Alfaomega, 2004. 880 p.

7. PORTOCARRERO, Rudy. *Manual interno*. Guatemala: 2005. 35 p.
8. Radiadores Portocarrero. *Manual de procedimientos*. Guatemala: 2012. 35 p.
9. ROSALES, G. *El refrigerante y su motor*. Estados Unidos: CAT Learning, 1989. 31 p.
10. TAHA, Hamdy. *Investigación de operaciones*. 7a ed. México: Pearson, 2004. 848 p.
11. THIESSEN, Frank; DALES, David. *Manual técnico automotriz operación, mantenimiento y servicio*. 4a ed. México: Prentice-Hall, 1996. 267 p.
12. TOLAMATL MICHCOL, Jacob. *Aplicación de Seis Sigma en una microempresa del ramo automotriz*. Universidad Politécnica de Tlaxcala, México. 2011. 8 p.