



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE TANQUES PARA TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS ALETEADOS, MEDIANTE UNA MÁQUINA DOBLADORA DE ALETAS EN LA EMPRESA IMMECS S.A.C.”

Modalidad de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Wilder Rossmel Sarmiento Rojas

**Asesor:**

Ing. Carlos Alberto Avellaneda Cruz

Lima – Perú

2018

## **APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el(la) Bachiller **Wilder Rossmel Sarmiento Rojas**, denominada:

**“PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE  
FABRICACIÓN DE TANQUES PARA TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS ALETEADOS,  
MEDIANTE UNA MÁQUINA DOBLADORA DE ALETAS EN LA EMPRESA IMMECS S.A.C”**

---

Ing. Carlos Alberto Avellaneda Cruz

**ASESOR**

---

Ing.Mg. Miriam Bravo Orellana

**JURADO**

**PRESIDENTE**

---

Ing.Mg. Carlos Pedro Saavedra López

**JURADO**

---

Ing. Jorge Edison Poma Deza

**JURADO**

## DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con todo mi cariño para mi familia en especial a mi esposa e hijo que me permitieron mejorar día tras día con sus apoyos, convirtiéndose en el pilar fundamental en mi vida para alcanzar mis metas y gracias a su esfuerzo y sacrificio, estoy cumpliendo uno de mis grandes sueños.

A mis padres y hermanos por su constante apoyo, motivación y comprensión en los momentos que más lo necesité.

A mis amigos y a las personas que en algún momento supieron brindarme su ayuda e hicieron posible que pueda cumplir uno de mis sueños profesionales.

## **AGRADECIMIENTO**

Antes de todo agradecer a Dios, por la salud y la fortaleza para lograr el éxito de los estudios de ingeniería, a mi esposa e hijo mis padres por apoyarme en las malas y buenas dándome moral para seguir adelante con mis estudios y lograr el objetivo trazado para un futuro mejor y ser orgullo para ellos y de toda la familia.

A la Universidad Privada del Norte, en especial a la facultad de ingeniería por haberme abierto las puertas para formarme como Ingeniero industrial.

A los profesores de la Universidad Privada del Norte por haber compartido su amistad, experiencia, conocimiento y sabiduría.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
1.1. Antecedentes .....	16
1.2. Realidad Problemática .....	20
1.3. Formulación del Problema .....	21
1.4. Problema General .....	21
1.5. Problema Específico .....	21
1.6. Justificación.....	22
1.6.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	23
1.6.2. <i>Justificación Práctica</i> .....	23
1.6.3. <i>Justificación Cuantitativa</i> .....	23
1.6.4. <i>Justificación Académica</i> .....	23
1.7. Objetivo.....	24
1.7.1. <i>Objetivo General</i> .....	24
1.7.2. <i>Objetivo Específico</i> .....	24
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>25</b>
2.1. Análisis.....	25
2.1.1. <i>Definición</i> .....	25
2.1.2. <i>Características</i> .....	25
2.1.3. <i>Tipos</i> .....	25
2.1.3.1. <i>Análisis estructural</i> .....	25
2.1.3.2. <i>Análisis de operaciones</i> .....	26
2.1.3.3. <i>Finalidad de operaciones</i> .....	26
2.1.3.4. <i>Análisis de datos cuantitativos</i> .....	27
2.1.3.5. <i>Análisis de viabilidad económica</i> .....	27

2.1.4.	<i>Diferencias entre gasto, costo y Pérdida económica</i> .....	27
2.1.5.	<i>Análisis de tasa de rendimiento de un proyecto</i> .....	27
2.1.6.	<i>Valor actual neto (VAN)</i> .....	28
2.1.7.	<i>Tasa interés de retorno (TIR)</i> .....	28
2.2.	Mejora de proceso productivo.....	29
2.2.1.	<i>Definición</i> .....	29
2.2.2.	<i>Características de los procesos</i> .....	30
2.2.3.	<i>Medición de proceso</i> .....	30
2.2.4.	<i>Mejora continua de procesos</i> .....	32
2.3.	Metodología de mejora continua.....	32
2.3.1.	<i>Metodología de los 7 pasos</i> .....	32
2.3.1.1.	<i>Paso uno: Seleccionar el problema</i> .....	34
2.3.1.2.	<i>Paso dos: Comprender el problema y establecer meta</i> .....	35
2.3.1.3.	<i>Paso tres: Elaborar el cronograma para el desarrollo de la mejora</i> 35	
2.3.1.4.	<i>Paso cuatro: Analizar las causas raíz</i> .....	35
2.3.1.5.	<i>Paso cinco: Proponer seleccionar y programar las soluciones</i> .....	36
2.3.1.6.	<i>Paso seis: Implementar y verificar resultados</i> .....	36
2.3.1.7.	<i>Paso siete: Normalizar y establecer un control</i> .....	36
2.4.	Mejoramiento de los procesos .....	36
2.4.1.	<i>Existen dos tipos de mejoras</i> .....	36
2.5.	Metodología 5'S .....	37
2.5.1.	<i>Seiri: Organización:</i> .....	37
2.5.2.	<i>Seiton: Orden:</i> .....	38
2.5.3.	<i>Seiso: Limpieza:</i> .....	38
2.5.4.	<i>Seiketsu: Control visual:</i> .....	38
2.5.5.	<i>Shitsuke: Disciplina y habito:</i> .....	38
2.6.	Fabricación de tanques para transformadores .....	39
2.6.1.	<i>Definición</i> .....	39
2.6.2.	<i>Características</i> .....	39
2.6.3.	<i>Tipos de tanques para transformadores</i> .....	39
2.6.3.1.	<i>Tanques para transformadores mixtos</i> .....	41
2.6.3.2.	<i>Tanques para transformadores potencia</i> .....	42
2.6.3.3.	<i>Tanques para transformadores pedestal</i> .....	43

2.6.3.4.	<i>Tanques para transformadores modelo aleteado</i> .....	44
2.7.	Proceso de fabricación de tanques aleteado.....	45
2.8.	Aletas .....	45
2.8.1.	<i>Definición de aletas</i> .....	45
2.8.2.	<i>Utilización de aletas</i> .....	46
2.8.3.	<i>Materiales de que se construyen</i> .....	46
2.8.4.	<i>Tipos de aletas</i> .....	47
2.8.4.1.	<i>Aleta recta</i> .....	47
2.8.4.2.	<i>Aleta anular</i> .....	47
2.8.4.3.	<i>Aleta aguja</i> .....	47
2.8.4.4.	<i>Aleta triangulares</i> .....	47
2.9.	Átelas para tanques de transformadores eléctricos .....	47
2.9.1.	<i>Definición</i> .....	47
2.10.	Doblado de chapas o planchas.....	49
2.10.1.	<i>Definición de plegado</i> .....	49
2.10.2.	<i>Condiciones técnicas para un correcto doblado</i> .....	49
2.10.3.	<i>Proceso de doblado en frio</i> .....	50
2.10.3.1.	<i>Características</i> .....	50
2.10.3.2.	<i>Ventajas</i> .....	50
2.10.3.3.	<i>Desventajas</i> .....	50
2.10.4.	<i>Doblado en caliente</i> .....	51
2.10.4.1.	<i>Características</i> .....	51
2.10.4.2.	<i>Ventajas</i> .....	51
2.10.4.3.	<i>Desventajas</i> .....	51
2.10.5.	<i>Tipos de plegado</i> .....	51
2.10.5.1.	<i>Doblado deslizante</i> .....	52
2.10.5.2.	<i>Doblado entre formas o doblado en v</i> .....	52
2.10.5.3.	<i>Doblado en borde</i> .....	53
2.10.6.	<i>Radio mínimas de doblado</i> .....	53
2.10.7.	<i>Restitución</i> .....	53
2.10.8.	<i>Compensación de la restitución</i> .....	53
2.10.9.	<i>Fuerza de doblado</i> .....	53
2.10.10.	<i>Doblados diversos y operaciones de formado relacionadas</i> .....	54

2.10.11.	<i>Formado con prensa excéntrica</i> .....	54
2.10.12.	<i>Doblado con rodillos</i> .....	54
2.10.13.	<i>Rebordeado</i> .....	54
2.11.	Análisis de plegado .....	54
2.11.1.	<i>Relación entre la fuerza de plegado <math>F</math> y la anchura matriz <math>V</math></i> .....	57
2.12.	Equipamientos para el doblado .....	57
2.12.1.	<i>Máquina dobladora</i> .....	58
2.12.2.	<i>Máquina dobladora mecánica</i> .....	58
2.12.3.	<i>Máquina dobladora hidráulica</i> .....	59
2.12.4.	<i>Máquina dobladora manual</i> .....	59
2.12.5.	<i>Características de máquina dobladora</i> .....	59
2.12.6.	<i>Ventajas de máquina dobladora</i> .....	60
2.12.6.1.	<i>Cómo utilizar una maquina dobladora</i> .....	60
2.13.	Concepto de Transformadores eléctricos .....	61
2.14.	Implementación .....	62
2.14.1.	<i>Implementación de maquina</i> .....	62
2.15.	Ejecución .....	62
2.15.1.	<i>Administración de ejecución</i> .....	62
2.15.2.	<i>Adquisición, adecuación y construcción de maquinaria</i> .....	62
2.15.3.	<i>Adquisición de diseños básicos</i> .....	62
2.15.4.	<i>Selección y contratación y entrenamiento del personal</i> .....	62
2.15.5.	<i>Realización de pruebas de equipo e instalaciones puesta en marcha</i> .....	63
2.15.6.	<i>Ejecución presupuestal</i> .....	63
2.16.	Empresa .....	63
2.16.1.	<i>Definición</i> .....	63
2.17.	Definición de términos básicos .....	64
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO</b> .....		<b>65</b>
3.1.	Organización .....	65
3.2.	Área de producción .....	66
3.2.1.	<i>Productos y servicios que elabora la organización.</i> .....	67
3.3.	Análisis general de la empresa .....	68

3.3.1.	<i>Entorno y política general de la empresa</i> .....	68
3.3.1.1.	<i>Entorno empresarial</i> .....	68
3.3.1.2.	<i>Política general de la empresa</i> .....	69
3.3.2.	<i>Tamaño de empresa</i> .....	69
3.3.3.	<i>Aspectos propios de la empresa</i> .....	70
3.3.3.1.	<i>Ritmo de actividad de fabricación de tanques aleteado</i> .....	70
3.3.3.2.	<i>Distribución de planta actual de proceso productivo de Immeecs s.a.c.</i> .....	70
3.3.4.	<i>Descripción de proceso</i> .....	73
3.3.4.1.	<i>Proceso actual de fabricación de tanques aleteado</i> .....	73
3.3.4.2.	<i>Análisis DAP de tanques aleteado</i> .....	74
3.3.4.3.	<i>Evolución de la producción de tanques</i> .....	76
3.3.4.4.	<i>Necesidades del cliente</i> .....	77
3.3.4.5.	<i>Indicador de nivel Fabricación y entrega de tanques aleteado</i> .....	77
3.4.	<i>Análisis para el mejoramiento del área de estudio</i> .....	79
3.4.1.	<i>Paso uno: Selección de problemas</i> .....	79
3.4.2.	<i>Paso dos: Comprender el problema y establecer meta</i> .....	80
3.4.3.	<i>Paso tres: Elaborar actividades de desarrollo</i> .....	82
3.4.4.	<i>Paso cuatro: Análisis Causa – Efecto</i> .....	83
3.4.5.	<i>Paso cinco: Propuesta de mejora</i> .....	87
3.4.5.1.	<i>Mejoras en el proceso productivo de tanques aleteado</i> .....	87
3.4.5.2.	<i>Adquisición de máquina</i> .....	90
3.4.5.3.	<i>Mejora de distribución de planta</i> .....	91
3.4.6.	<i>Paso seis: Implementar y verificar resultados</i> .....	94
3.4.6.1.	<i>Evaluación económica de implementación de máquina dobladora de aletas</i> .....	94
3.4.6.2.	<i>Evaluación económica de distribución de planta mediante uso de herramienta 5S</i> .....	96
3.4.7.	<i>Paso siete: Establecer control</i> .....	99
3.5.	<i>Actividades realizadas</i> .....	99
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b> .....		<b>101</b>
4.1.	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>101</b>

4.2.	CONCLUSIONES .....	103
4.3.	RECOMENDACIONES .....	105
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>106</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura n°. 1.</b> Formula de VAN, .....	28
<b>Figura n°. 2.</b> Formula de TIR, .....	29
<b>Figura n°. 3.</b> Metodología de 7 pasos Kaizen .....	33
<b>Figura n°. 4.</b> Diagrama de causa efecto-Espina de pescado .....	35
<b>Figura n°. 5.</b> Tipos de tanques para trasformadores .....	40
<b>Figura n°. 6.</b> Tanque trafomix-ovalado .....	41
<b>Figura n°. 7.</b> Tanque de potencia .....	42
<b>Figura n°. 8.</b> Tanque tipo pedestal .....	43
<b>Figura n°. 9.</b> Tanque de distribución modelo aleteado 100kva .....	44
<b>Figura n°. 10.</b> Tanque(cuba) de distribución modelo aleteado 50kva .....	44
<b>Figura n°. 11.</b> Símbolos para diagrama de flujo de Proceso de fabricación. ....	45
<b>Figura n°. 12.</b> Aletas para tanques de transformadores .....	48
<b>Figura n°. 13.</b> Diseño de aleta .....	48
<b>Figura n°. 14.</b> Tipos de doblado de láminas .....	52
<b>Figura n°. 15.</b> Análisis de proceso de doblado .....	55
<b>Figura n°. 16.</b> Fuerza necesaria para el doblado .....	56
<b>Figura n°. 17.</b> Máquina doblada. ....	58
<b>Figura n°. 18.</b> Máquina dobladora manual .....	60
<b>Figura n°. 19.</b> Aspectos constructivos del transformador .....	61
<b>Figura n°. 20.</b> Organigrama de la empresa IMMECS S.A.C. ....	65
<b>Figura n°. 21.</b> Organigrama de área de producción de la empresa IMMECS S.A.C. ....	66
<b>Figura n°. 22.</b> Distribución de planta IMMECS S.A.C .....	72
<b>Figura n°. 23.</b> Proceso de fabricación de tanques aleteado .....	73
<b>Figura n°. 24.</b> Diagrama actual de proceso de fabricación de tanques aleteado .....	74
<b>Figura n°. 25.</b> Diagrama actual de proceso de fabricación de tanques aleteado .....	75
<b>Figura n°. 26.</b> Diagrama causa - efecto (proceso productivo de tanques aleteado).....	84
<b>Figura n°. 27.</b> DAP mejorado- proceso de fabricación de tanques aleteado .....	88
<b>Figura n°. 28.</b> DAP mejorado- proceso de fabricación de tanques aleteado .....	89
<b>Figura n°. 29.</b> Máquina dobladora simulando doblado de aletas .....	90
<b>Figura n°. 30.</b> Distribución de planta mejorado .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1.</b> Ejemplo de indicadores de desempeño de proceso.....	31
<b>Tabla n° 2.</b> Caracterización de un proceso para la fabricación de tanques aleteado .....	34
<b>Tabla n° 3.</b> Resistencia de materiales ferrosos .....	57
<b>Tabla n° 4.</b> Ejemplo de indicadores de desempeño de proceso .....	67
<b>Tabla n° 5.</b> Identificación de tamaño de empresa de acuerdo a la cantidad del personal...	69
<b>Tabla n° 6.</b> Cantidad de tanques fabricadas.....	76
<b>Tabla n° 7.</b> Crecimiento de producción de tanques.....	76
<b>Tabla n° 8.</b> Indicador de nivel de cumplimiento de tanques aleteado .....	78
<b>Tabla n° 9.</b> Nivel de cumplimiento entrega de pedidos .....	78
<b>Tabla n° 10.</b> Nivel de cumplimiento total de tanques en porcentaje. ....	79
<b>Tabla n° 11.</b> Ventas de tanques aleteado IMMECS S.A.C. 2017.....	81
<b>Tabla n° 12.</b> Gastos de transporte IMMECS S.A.C. 2017 .....	81
<b>Tabla n° 13.</b> Ponderación de los problemas.....	82
<b>Tabla n° 14.</b> Diagrama de Pareto. ....	83
<b>Tabla n° 15.</b> Análisis de criticidad de causas .....	85
<b>Tabla n° 16.</b> Puntuaciones frecuencia e impacto. ....	85
<b>Tabla n° 17.</b> Cuadro de diagrama de Pareto-causa raíz. ....	86
<b>Tabla n° 18.</b> Diagrama de Pareto-causa raíz.....	86
<b>Tabla n° 19.</b> Modelo de tarjeta roja.....	92
<b>Tabla n° 20.</b> Costo de máquina y materiales para montaje.....	95
<b>Tabla n° 21.</b> Costo de mano de obra .....	95
<b>Tabla n° 22.</b> Gasto de capacitación de personal para el manejo de la dobladora .....	95
<b>Tabla n° 23.</b> Costo de mano obra por unidad de aletas. ....	96
<b>Tabla n° 24.</b> Gastos de mejora de distribución de planta.....	97
<b>Tabla n° 25.</b> Desarrollo de mejora (flujo de caja proyectada). ....	97
<b>Tabla n° 26.</b> Simulación de mejora de proceso de doblado aletas. ....	98

## RESUMEN

El propósito de este proyecto, se basa en la propuesta para el mejoramiento del proceso de fabricación de los tanques aleteados que sirven como contenedores para los transformadores eléctricos elaborados por la empresa Ingeniería Metal Mecánica Sarmiento S.A.C. (IMMECS S.A.C.) con sede en la ciudad de Lima, Perú.

Dicha propuesta consiste en utilizar una máquina dobladora manual que permita generar el doblez apropiado de las láminas de acero que sirven como base a la fabricación de los mismos, y que esta labor sea realizada por los mismos operarios de la empresa y no por terceros como se ha venido efectuando, permitiendo así, la agilización y optimización en sus líneas de producción, incrementando su margen de utilidad y reduciendo los tiempos muertos por espera de producciones externas. Se elaboró de esta manera un estudio de la situación de la empresa IMMECS S.A.C., para determinar la factibilidad de la utilización del recurso antes expuesto. El trabajo consta de cinco capítulos: La Introducción, donde se enfocan los antecedentes y la realidad problemática, al igual que las justificaciones del proyecto; El Marco teórico, con las definiciones y la metodología de mejora propuesta; El Desarrollo, donde se estudia a fondo la organización y la evolución de la producción de los tanques y, por último, se exponen los resultados, conclusiones y las recomendaciones.

## ABSTRACT

The purpose of this project is based on the proposal for improvement the finned tanks manufacturing process that serves as containers for the electrical transformers, manufactured by the company Ingeniería Metal Mecánica Sarmiento S.A.C. (IMMECS S.A.C.) located in Lima city, Peru.

This proposal consists in using a manual finning machine that allows generate an appropriate finning of the steel sheets that are used as a basis for the manufacture of the same, and that this work is done by the same operators of the company and not by third parties as have been doing, allowing thus, the streamlining and optimization in its production lines, increasing its profit margin and reducing downtime due to external productions. An IMMECS S.A.C. study situation was prepared in this way, to determine the use feasibility of the above-mentioned resource. The work consists of five chapters: Introduction, which focuses on the background and the problematic reality, as well as the justifications of the project; Theoretical Framework, with definitions and continuous improvement methodology proposal; Development, where the organization and evolution of tank production are thoroughly studied; and finally, the results, conclusions and recommendations are exposed.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La demanda en la fabricación de tanques para transformadores de distribución modelo aleteado a nivel nacional están en crecimiento, sin embargo, las pequeñas empresas tienen limitaciones en la fabricación de las mismas, por falta de herramientas adecuadas. En la empresa IMMECS S.A.C. ubicada en Independencia-Lima, en el área de fabricación de tanques para transformadores modelo aleteado, encontramos que el proceso de doblado de aletas está generando retrasos, repercutiendo en el proceso de productivo de producto final (taque aleteado), para tener un producto terminado de tanque modelo aleteado se necesita aletas dobladas que es uno de los procesos primordiales, la cual no lo ejecutan dentro de la empresa, quiere decir que este proceso es tercerizados o llamado servicio externo, por ende encontramos sobre gastos, tiempos muertos y personal no calificado en dobles de aletas, por tal es necesario buscar alternativas para mejorar este problema y planteamos una propuesta de mejora mediante la adquisición de una máquina dobladora manual de aletas, para el doblado de aletas para tanques de transformadores modelo aleteado.

En la actualidad hay muchos estudios sobre las maquinas dobladoras de aletas para la fabricación de tanques del modelo antes mencionado, sobre todo hay diversos tipos o modelos de este incluso hay maquinas automatizadas, sin embargo, no se ha encontrado estudios que indique que las pequeñas y medianas empresas puedan fabricar con facilidad productos de esta línea.

La finalidad de este proyecto es optimizar el proceso de fabricación de tanques modelo aleteado, reducir sobregastos y tiempos muertos, con ello la empresa obtendrá mayores utilidades y tener más crecimiento como empresa.

## 1.1. Antecedentes

IMMECS S.A.C., es una empresa en proceso de crecimiento creada el 14 de marzo del 2015, sus actividades principales es la fabricación, servicio y comercialización de estructuras metálicas; especialistas en tanques para transformadores eléctricos de (potencia, baja y media tensión), estructuras para sub estaciones, tableros y equipos electromecánicos en general; marcando la diferencia por la calidad de servicio, manteniéndose siempre al día con los conocimientos y brindando los mejores servicios en el ámbito de la Ingeniería, electricidad, Metal Mecánica y construcción. Ubicado en calle los Alhelíes Mz. C. Lt. 29 Víctor Raúl Independencia-Lima. En la actualidad se ha encontrado con una gran demanda en la fabricación de tanques para transformadores eléctricos, por esta razón se encuentra en la búsqueda de optimizar en el mayor rango posible dicho proceso productivo, sobre todo en la fabricación de tanques de transformadores de distribución de modelo aleteado.

Mediante los análisis metodológicos de bibliografías encontramos varios estudios de temas que nos ayudarán a desarrollar este proyecto de propuesta de mejora de proceso productivo mediante la implementación de una máquina dobladora manual de aletas para el doblado de aletas en la empresa IMMECS S.A.C., rayas abajo citaremos algunos antecedentes tanto nacionales e internacionales.

En el ambito nacional (Bermejo, 2016). Estudio la Implementación de la Gestión de Inventarios para mejorar la productividad del almacén en la empresa VMWARESIS S.A.C., Lima, 2016. En los últimos años ha sido notable dentro de este sector, como empresa tiene la visión de seguir creciendo, pero presenta grandes problemas en su manejo y productividad del almacén, el que se ve afectado principalmente por la falta de control por tal propuso implementar una herramienta de gestión de inventarios, el objetivo principal era determinar si la implementación de la Gestión de Inventarios mejora la productividad del almacén. Como resultado encontrado mediante la implementación de la Gestión de Inventarios mejorar la productividad del almacén en la empresa VMWARESIS S.A.C, esto gracias a la aplicación de diferentes actividades, desde la organización del almacén hasta la evaluación de la mejora, que permitió que la productividad aumente un 13% y además trayendo consigo beneficios económicos para la empresa.

En el ambito nacional (Dávila, 2015). Estudio, análisis y propuesta de mejora de procesos en una empresa productora de jaulas para gallinas ponedoras en lima-Perú. Realizó la propuesta de mejora para solucionar las necesidades como productos para que faciliten la crianza y la recolección de huevos de manera más rápida. Por tal razón elaboro un diagnóstico y realizó una propuesta de mejora para la empresa encargada en la fabricación

de productos a base de metales. Dicha empresa se encarga del diseño, desarrollo y fabricación de productos en alambre, planchas y tubos, además de poseer infraestructura industrial. De los productos elaborados por esta fábrica podemos obtener las jaulas para gallinas ponedoras en la cual se busca mejorar utilizando la metodología 5S,

Estudio de métodos y estudio de tiempos. El resultado encontrado mediante este estudio es el Valor actual neto calculado para las 5S y el estudio de métodos, tiempos y balance de línea es de S/ 4955.76 y S/ 344,711.17 respectivamente. Ambos valores son mayores a cero, lo cual es muy favorable para ejecutar la inversión. También se obtienen tasas TIR de 49% y 92% respectivamente. Esta tasa es mucho mayor al COK de 14.27% anual calculado. Por lo tanto, la inversión es muy rentable. Además, la ratio Beneficio/Costo es de 1.94 y 4.17 respectivamente. Esto muestra que por cada sol invertido en las 5S se obtiene S/1.94 soles en beneficios y por cada sol invertido en el estudio de métodos, tiempos y balance de línea se obtiene S/4.17 soles en beneficios.

En el ambito nacional (Ramos, 2012). Estudio, Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta en Lima- Perú. Este estudio se basa por la necesidad de mejorar el proceso productivo de elaboración de fideos dentro de la empresa, realizando análisis mediante uso de herramientas de la filosofía de manufactura esbelta, como objetivo principal era optimizar sus procesos y garantizar su existencia en un mercado tan competitivo. Mediante los análisis de la situación actual de la empresa, busca la alternativa de proponer la implementación de las herramientas de manufactura que le permita optimizar la calidad en su elaboración, reducir los tiempos de despacho y distribución, además de responder eficazmente a las diversas demandas, logrando mejorar la confiabilidad de sus productos en el mercado y satisfacer las necesidades de los consumidores. Los resultados que obtuvo después de la investigación son favorables en la línea de fideos largos P35, como resultado encontrado el VAN FCE de S/: 141 505,05 > 0 y en un TIR FCE sobre el 34,13% > COK. Implementación de las 5S's es vital, para el implemento de un mantenimiento integral y abrir la posibilidad de abrir otras herramientas de fabricación, ya que sin ella sería imposible obtener los beneficios esperados de esta propuesta de mejora.

En el ambito nacional (Titto , 2018). Investigo propuesta de mejora de una empresa de producción de sanitario accesorios de baño en Lima Metropolitana en Perú. La tesis tuvo como objetivo de elaborar una avanzada propuesta de mejora implementando las herramientas de Lean Manufacturing en los procesos de fabricación de una empresa manufacturera de sanitarios y accesorios de baño, para contrarrestar los principales problemas en planta y condicionar el área de producción con una planificación de mejoras continuas. Seleccionó el sector sanitario debido al crecimiento económico esperado del país

para el 2016. Realizo el análisis e impacto económico de la propuesta de mejora mediante la evaluación costo-beneficio que involucró la identificación de costos de la implementación y los ahorros de la propuesta. Observó que la propuesta de mejora generó ahorros anuales de S/. 96,925 soles y, en el desarrollo del balance de caja, se argumentó la viabilidad del proyecto, justificado por los índices VAN = S/. 900,540 y TIR = 96%, que son positivos y mayores a la inversión que podría realizar la empresa.

En el ambito internacional (Padilla y Lema, 2017). Estudiaron la implementación de un sistema automatizado de bombeo de agua para la generación de oxígeno artificial utilizando energía solar para piscicultura de la finca “El Porvenir”, en Rio Bamba Ecuador. La investigación hace énfasis sobre el uso de la energía solar fotovoltaica por el beneficio que presenta con respecto al impacto ambiental en la reducción del CO<sub>2</sub>. El objetivo de este proyecto era implementar un sistema automatizado de bombeo de agua para generación de oxígeno artificial utilizando energía solar para piscicultura de la finca “El Porvenir”. La implementación fue realizada por etapas, Los resultados obtenidos de la medición de oxígeno, temperatura, caudal y presión permitieron determinar la concentración necesaria de oxígeno en el estanque en un valor de 6.525 ppm, dando garantías de elaboración de oxígeno adecuado para la cultivación de peces, incrementando los beneficios para el sector piscicultor. Con el uso de la energía fotovoltaica como una opción para generar fuente de energía se logró eliminar el CO<sub>2</sub> en un 100% de forma que se contribuye en contra la contaminación e impacto negativo ambiental. Al momento de elegir los tipos de paneles solares son recomendados los que son de tipo mono cristalinos por tener un mayor nivel de eficiencia y rendimiento con respecto a las demás y su vida útil es de 25 años.

En el ambito internacional (Guerra y Chancusig, 2017). Estudiaron implementación de un sistema automático de envasado de líquidos para la planta de Lácteos Tunshi en Rio Bamba Ecuador. Buscaron implementación de una instrumentación necesaria para la construcción de la máquina para el proceso de envasado de líquidos, buscando la optimización de recursos. Después del análisis eligieron la implementación de sistema automático de envasado utilizando los componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y neumáticos acomodando para su sistematización automática. La máquina fue desarrollada a base de Acero Inoxidable 304, controlada por un microprocesador Arduino además de un Controlador Lógico Programable (PLC), los cuales cuentan con sensores de proximidad para el recibimiento de datos, de sensores captadores de presencia, peso y pulsadores, por los cuales se realizan los procesos que controlan el sistema mediante un banco de circuitos integrados, relés de estado sólidos y circuitos de potencia. Para el abrir y cerrar de la válvula de llenado se utilizó un controlador PID permitiendo mantener la precisión de dicho proceso. El sistema está en capacidad de llenar hasta 210 envases de 1 litro en una hora,

como resultado encontrado fue la optimización de los tiempos y recursos de producción en la planta de Lácteos de Tunshi.

En el ámbito internacional (Montoya y Rodriguez, 2016). Estudiaron la propuesta para implementar una línea de producción de sacos en polipropileno para Fibra Empaques S.A.S, Santa Fe de Bogotá. Su objetivo principal era realizar análisis técnico y financiero para la implementación de una línea de producción de sacos tejidos en polipropileno para la empresa Fibra Empaques S.A.S. para realizar este proyecto utilizaron la metodología de investigación como primer paso, recolección de datos históricos de demanda, costos, utilidad e inventarios, así mismo realizaron el análisis foda, además vieron la filosofía de la línea producción con el método diagrama de procesos, así mismo realizaron un estudio financiero para determinar la viabilidad del proyecto para ver la inversión punto de equilibrio estado de resultado y la utilidad para ello se aplicó el método calculo costos de instalación, Ventas proyectadas vs. Costos proyectados y el pronóstico de la demanda y el análisis financiero. Al realizar el estudio financiero se concluye que el proyecto no es atractivo para un periodo a corto plazo, pues nos muestra que en cuatro años se tendría un VAN negativa de \$ (1.548'100.298), y una TIR de -20%; por lo cual se puede concluir que el proyecto pese a ser viable técnicamente, No es viable financieramente debido a que el VPN es menor que cero, la TIR es algo menor que la tasa de oportunidad que es de un 3,14%.

La implementación total de la línea de producción es necesaria si el nivel de sacos vendidos/mes asciende a 1 000 000,00, de lo contrario el proyecto será no viable y poco rentable debido a sus altos costos de inversión. La implementación parcial de la línea de producción es viable técnicamente por que cumple con una tasa de producción que permite satisfacer la demanda.

## 1.2. Realidad Problemática

Hoy en día el crecimiento de la industria nacional tiene una demanda en la fabricación de transformadores eléctricos de distribución modelo aleteado, por ello para obtener producto terminado de transformadores antes mencionado se necesita la fabricación de tanques que concierne una estructura metálica realizado mediante proceso de dobles de planchas, soldeo y los demás procesos que acotaremos en el marco teórico.

La empresa IMMECS S.A.C. dedicada a la fabricación de estructuras metálicas en general, ubicado en Independencia –Lima. En el área de fabricación de tanque para transformadores modelo aleteado tienen limitaciones, por falta de herramientas adecuadas, y afecta directamente al proceso de fabricación de tanques aleteado, la cual repercute en el crecimiento del producto.

Después de realizar los estudios determinamos como primer problema la falta de máquina dobladora para el doblado de aletas de tanque distribución modelo aleteado, que es uno de los procesos importantes para obtener el producto terminado, la cual está ocasionando, sobre gastos de proceso por envió a terceros el doblado de aletas, gasto de transporte para él envió de material y recojo de aletas ya procesadas, pagos elevados por servicio, tiempos de espera en actividades y/o tiempos muertos y personal no calificado en doblado de aletas. Y segundo mala distribución de planta, por tal, está perdiendo oportunidades, y generando pérdidas económicas y quedándose atrás como empresa y más aun perdiendo ingresos de utilidad.

Por tal motivo buscamos la alternativa de propuesta de mejora de proceso productivo mediante la implementación de una máquina dobladora de aletas para la fabricación de tanques antes mencionado, además de ello la implementación de la dobladora nos ayudaría hacer otros trabajos de dobles manual, la cual ayudara a fabricar los tanques con facilidad, mejora de tiempos muertos la cual mejorara el proceso productivo. La finalidad es obtener mayores utilidades y tener más crecimiento como empresa.

### **1.3. Formulación del Problema**

Teniendo estas limitaciones surge la siguiente pregunta.

¿Es viable técnica y financieramente la propuesta de mejora de proceso productivo mediante la implementación de una máquina dobladora manual de aletas, en el área de fabricación de tanque modelo aleteado en la empresa IMMECS S.A.C. en el año 2018?

### **1.4. Problema General**

¿Cómo a partir de la propuesta de mejora, mediante la implementación de una máquina dobladora manual de aletas se mejorará los procesos productivos en el doblado de aletas y producto terminado en la línea de fabricación de tanques para transformadores eléctricos modelo aleteado, reduciendo las pérdidas económicas, tiempos muertos en la empresa IMMECS S.A.C. en el año 2018?

### **1.5. Problema Específico**

- 1.5.1.1.** ¿Cuál será el diagnóstico y la identificación de los problemas que ocasionan, retrasos, pérdidas económicas, tiempos muertos, en el proceso productivo en la línea de fabricación de tanques modelo aleteado?
- 1.5.1.2.** ¿Cuál será la propuesta de la mejora de proceso productivo para la fabricación de tanques modelo aleteado (producto final)?
- 1.5.1.3.** ¿De qué manera realizará el procedimiento de la mejora de proceso productivo, en la línea de fabricación de tanques aleteado?
- 1.5.1.4.** ¿Cómo determinar la factibilidad económica de las propuestas planteadas?

## 1.6. Justificación

La investigación pretende ampliar los conocimientos, sobre la propuesta de mejora de proceso productivo mediante una máquina para proceso de doblado de aletas para la fabricación de tanques para transformadores eléctricos modelo aleteado. Los transformadores eléctricos de distribución modelo aleteado, conformado por varios componentes, como componente principal cubierta metálica llamado también tanques para transformadores la cual será nuestro tema de estudio, los tanques distribución modelo aleteado están sujetos por varios procesos además de ello por variedades de materiales metálicas tanto perfiles como plancha en acero al carbono A36. Los procesos para la fabricación de tanques modelo aleteado están divididos en varios pasos, como primer proceso: diseñar el plano, segundo proceso: corte de materiales o llamado también habilitado de materiales, terceros: doblado de aleta y cuba (fondo) el proceso de doblado de aletas se realiza con una máquina dobladora manual, cuarto: armado de estructura tanque, quinto: soldadura de tanque, sexto: limpieza mecánica, séptimo: prueba hermetismo, octavo: arenado, noveno: pintado y obtenemos el producto final.

La industria de fabricación de estructuras metálicas es una de las bases para el crecimiento de la economía peruana, por lo que una variación en el sector incide de manera directa en el desempeño de país. En la empresa IMMECS S.A.C. dedicada a la fabricación de estructuras metálicas en general, ubicado en Independencia – Lima. Se tiene una demanda en la fabricación de tanques para transformadores modelo aleteado; por ello, con este trabajo se buscará alternativas de mejora para su proceso de fabricación, utilizando las herramientas adecuadas, con ello mejorar el proceso productivo.

Mediante los reportes de OT. Para la fabricación de tanques modelo aleteado en la empresa IMMECS S.A.C. en el año 2017 eran favorable con una cantidad de 232 unidades de diferentes potencias (kva) conformadas número de aletas con una cantidad de 7 069 unidad en diferentes formatos o medidas. Sin embargo, los reportes de los gastos generados por doblado de aletas en terceros fueron muy elevados, con un costo de s/ 3.50 soles por unidad de aleta y transporte para el traslado y recojo de aletas con una cantidad de 356 veces, convertido en unidades monetaria, es el importe de s/ 50.00, por viaje.

Por lo expuesto anteriormente y teniendo en cuenta el aumento de la demanda de fabricación de tanques en el año 2017 con respecto al año 2016 en la empresa IMMECS S.A.C., se está evaluando el desarrollo de un proyecto con novedad de carácter local asociada a la viabilidad de implementación de una máquina dobladora manual para el proceso de doblado de aletas para la fabricación de tanques, que permita aumentar su nivel de rentabilidad y su capacidad de respuesta a sus clientes y las nuevas necesidades del mercado nacional.

No existen artículos ni literatura que determine cuál es la mejor opción en este nicho de mercado; por lo tanto, el proyecto busca brindar herramientas para que las directivas de IMMECS S.A.C. tomen la decisión que consideren más adecuada con base en un estudio técnico-financiero de la propuesta de la implementación de máquina dobladora manual de aletas.

### **1.6.1. Justificación Teórica**

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar a la empresa IMMECS S.A.C. la mejora de proceso productivo mediante el análisis y propuesta con la implementación de una máquina dobladora manual de aletas, cuyos resultados de la implementación podrá optimizar los procesos de doblado de aletas reduciendo las limitaciones y aumentar la rentabilidad de la empresa.

### **1.6.2. Justificación Práctica**

La investigación se realiza por que existe la necesidad de mejorar el proceso de fabricación de tanques para ello necesariamente se requiere dobladora para el doblado de aletas, para obtener un producto terminado sin dificultades, mejorar tiempos muertos, reducir sobre gastos, para obtener mayores utilidades en la empresa IMMECS S.A.C.

### **1.6.3. Justificación Cuantitativa**

Mediante los datos de ventas y gastos de transporte ocasionado en el proceso de doblado de aletas en el año 2017 (obsérvese tabla n° 11-12, gastos de transporte y ventas), establecemos para nuestro variable económico, reducir a 100% el gasto de transporte y reducir costo de doblado de aletas a un 45%, reducir tiempo de espera en actividades de proceso a 60%, y establecer la proyección de venta unitaria 254 unidades de tanques con un costo unitario de S/ 1, 680.00, en un periodo de un año.

### **1.6.4. Justificación Académica**

Mediante revisiones, estudios y análisis metodológicos de bibliografías encontramos varios estudios del tema que nos ayudara a desarrollar este proyecto de propuesta de implantación de máquina dobladora manual de aletas para la fabricación de tanques de distribución de modelo aletéalo en la empresa IMMECS S.A.C.

## **1.7. Objetivo.**

### **1.7.1. Objetivo General.**

Demostrar como a partir de la propuesta de implementación de una maquina dobladora de aletas se optimizará los procesos productivos en el doblado de aletas y producto terminado en la línea de fabricación de tanques para transformadores eléctricos modelo aleteado, reduciendo las pérdidas económicas, tiempos muertos en la empresa IMMECS S.A.C. en el año 2018.

### **1.7.2. Objetivo Específico**

- 1.7.2.1.** Diagnosticar e identificar los problemas que ocasionan, retrasos, pérdidas económicas, tiempos muertos, en el proceso productivo en la línea de fabricación de tanques modelo aleteado.
- 1.7.2.2.** Realizar la propuesta de mejora de proceso productivo para la fabricación de tanques modelo aleteado (producto final).
- 1.7.2.3.** Realizar el procedimiento de mejora de proceso productivo, en la línea de fabricación de tanques aleteado.
- 1.7.2.4.** Evaluar y determinar la factibilidad económica de las propuestas planteadas.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo se mencionarán los conceptos básicos que se desarrollarán en el análisis y propuesta de mejora de proceso productivo para la fabricación de tanques de transformadores eléctricos (modelo aleteado), mediante la implementación de una maquina dobladora manual de aletas. Además, el presente capítulo mostrará a groso modo las herramientas utilizadas en el diagnóstico de la empresa, analizaremos desde su origen hasta los tipos de sistemas que hay en la actualidad, como funcionan y los beneficios que pueden originar su implementación en la empresa IMMECS S.A.C.

### **2.1. Análisis.**

#### **2.1.1. Definición**

Se refiere al estudio de una situación u objeto para dar a conocer sus bases que lo fundamentan, motivos, su creación y causas que lo originan.

#### **2.1.2. Características**

Nos ayuda identificar los problemas del estudio que se está planteando las variables que se tiene que mejorar.

#### **2.1.3. Tipos.**

Se clasifican en varios tipos, pero esta oportunidad se tocará lo más importantes, tales como:

##### **2.1.3.1. Análisis estructural**

Comprende el área externa del problema, en la que se establecen los parámetros y condiciones que serán sujetas a un estudio más específico, se denotan y delimitan las variables que deben ser objeto de estudio intenso y se comienza el análisis exhaustivo del asunto de la tesis.

### **2.1.3.2. Análisis de operaciones.**

Se usa para estudiar todo los elementos productivos y no productivos de una operación, incrementar la productividad por una unidad de tiempo y reducir los costos unitarios con el fin de conservar o mejorar la calidad.

Cuando se le da una utilidad apropiada, el análisis de métodos es capaz de crear un mejor método para realizar el trabajo a través de la practicidad de los procedimientos laborales y la conducción de los materiales además de la optimización en el uso de los equipos. Por ende, las compañías pueden aumentar sus líneas de producción minimizando costos unitarios, garantizando calidad y disminuyendo la mano de obra con defectos, incrementando el entusiasmo del operador por medio de mejores condiciones de trabajo, reducción de la fatiga y la obtención de salarios más generosos.

El análisis de operaciones se puede definir como:

Es la tercera etapa de método propuesto. En ella se lleva acabo el análisis y se cristalizan diferentes componentes del método propuesto. Al mismo tiempo se manifiestan los hechos a través del uso de una extensa diversidad de herramientas apropiadas para elaborar los diagramas de flujo de un proceso. (Freivalds y Niebel, 2014, p.57).

### **2.1.3.3. Finalidad de operaciones.**

Es tal vez el punto de mayor importancia de los nueve que complementan el análisis de operaciones.

La manera más apropiada de convertir más simple un proceso es vislumbrar algún método que permita obtener igual o mejores resultados sin que ello repercuta aumentar los costos. Una regla que tiene mucha importancia para el analista, es tratar de suprimir o combinar una operación antes de convertirla en una más apropiada. De acuerdo con nuestra experiencia, alrededor de 25% de las operaciones que se lleven a cabo pueden eliminarse si se invierte suficiente tiempo en el estudio del diseño y proceso. Ello también implica la eliminación de los desperdicios asociados con procesamiento inapropiados. (Freivalds y Niebel, 2014, p. 58)

#### **2.1.3.4. Análisis de datos cuantitativos.**

“Al analizar los datos cuantitativos debemos recordar dos cuestiones: primero que los modelos estadísticos son representaciones de la realidad, no la realidad mismo; y segundo los resultados numéricos siempre se interpretan en texto”. (Hernández, Fernandez, y Baptista, 2014, p. 270)

#### **2.1.3.5. Análisis de viabilidad económica.**

La métrica de lo rentable económicamente de un proyecto no siempre resulta fácil de calcular por las grandes dificultades que se generan al momento de crear un pronóstico del comportamiento de las variables que forman su resultado.

La rentabilidad de un proyecto se puede medir de muchas formas distintas: en unidades monetarias, en porcentaje en el tiempo que demora la recuperación de la inversión, entre otras. Todas ellas se basan en el concepto del valor tiempo del dinero, que considera que siempre existe un costo asociado a los recursos que utilizan en el proyecto, ya sea de oportunidad, si existe otras posibilidades de uso del dinero, ya sea financiero, si se debe recurrir a un préstamo. (Sapag, 2014)

#### **2.1.4. Diferencias entre gasto, costo y Pérdida económica.**

Las mermas, tiempo ocioso, maquinas ineficientes, maquinas obsoletas, falta de tecnología, etc. estos aspectos son las que repercuten en un proceso de fabricación ocasionando las pérdidas económicas en una empresa.

Costo se refiere al que se incurre de manera lineal o no lineal en la obtención de un bien o en su producción, de igual manera se define como gasto el que está relacionado con las ventas, el manejo y las financiaciones de ese bien o su producción.

“Podría decirse también que los costos son egresos necesarios para adquirir o producir bienes, y los gastos son egresos necesarios para generar ingresos”. (Flores, 2014, p. 55)

#### **2.1.5. Análisis de tasa de rendimiento de un proyecto.**

“Es la medida de valor económico más citado para un proyecto, la tasa de rendimiento es una forma bien aceptada de determinar si el proyecto o inversión es económicamente aceptable, también es conocido con (TIR) tasa interna de rendimiento”. (Blank y Tarquín, 2012)

### 2.1.6. Valor actual neto (VAN).

Es el método más renombrado, útil y más comúnmente adoptado por los evaluadores de proyectos.

Se encarga de medir la rentabilidad deseada luego de recuperar la inversión hecha. Para esto se debe calcular el valor actual de todo el balance futuro de caja, generadas a partir del primer periodo establecido de operación, y luego se le resta la inversión completa expresada en el momento cero. Si el resultado es superior a cero, el método se encargará de expresar cuanto se obtiene de ganancia en el proyecto después de haber recuperado la inversión, por sobre la tasa exigida de retorno al proyecto. (Sapag, 2014, p. 253)

**Figura n°. 1.** Formula de VAN,

$$VAN = Inv. + \sum_{j=1}^n \frac{Fj}{(1+i)^j}$$

Fuente: <https://www.monografias.com>

Donde:

Fj = flujo neto en el periodo j

Inv = Inversión en el Periodo 0

i = Tasa de descuento del Inversionista

n = Horizonte de Evaluación

### 2.1.7. Tasa interés de retorno (TIR)

La siguiente manera de evaluar los resultados, lo conforma la tasa interna de retorno, TIR, que se encarga de realizar la medición de la rentabilidad como porcentaje.

La TIR ha obtenido cada vez menos aprobación como criterio de definir las evaluaciones, por tres razones principales:

Primera razón, nos entrega resultados que conducen a la misma norma de decisión que la que se obtiene en VAN. No cumple con la función de comparación de proyectos, segunda razón, por la razón siguiente una TIR mayor no es mejor que una menor, ya que la conveniencia se puede medir cumpliendo una función de la cuantía de la inversión hecha. Tercera razón, al existir variaciones de signos en el flujo de caja, pueden observarse tantas tasas internas de retorno, así como cambios de signo se observen en el flujo de caja. (Sapag, 2014, p. 254).

**Figura n°. 2.** Formula de TIR,

$$TIR = \left[ -I + \left[ \frac{FC}{(1+X)^n} \right] \dots \right] = 0$$

← Inversión inicial
Flujo de Caja Neto →

Tasa de descuento o incógnita ←
→ Periodo de tiempo

Fuente: <https://willybendezu.blogspot.com/2017>

## 2.2. Mejora de proceso productivo

### 2.2.1. Definición

Mejora, puede referirse al cambio o progreso de una cosa que se encuentra en condición precaria hacia un mejor estado. Las mejoras son necesarias para mantenerse a la par de la evolución de las circunstancias que pueden incidir en los procesos de cualquier empresa, cada vez que existen cambios dentro de ella se deben exigir mejoras para adaptarse de manera apropiada a dichos cambios.

Proceso productivo, Toda organización tiene sus procesos. Podemos expresarlos como una consecución de acciones y actividades realizadas, preferentemente, en un mismo orden, con la interacción de información y datos entre sus partes, conducidos ya sea por una persona o por un grupo. Por lo tanto, se define como que: “Es un conjunto de actividades que utilizan recursos para transformar elementos de entrada en bienes o servicios capaces de satisfacer las expectativas de distintas partes interesadas: clientes externos, clientes internos, accionistas, comunidad, etc.” (Bonilla, Diaz, Kleeberg, y Noriega, 2012, p. 26).

Cada parte de la empresa se encuentra conformada por diversos procesos que comprenden las actividades relacionadas con la producción, mantenimiento, evaluación,

gestión, control, entre otras. Cada una de estas actividades conllevan a una variedad de pasos o procedimientos que se ejecutan como parte de un proceso.

### **2.2.2. Características de los procesos**

Caracterizar un proceso consiste en identificar y describir: los resultados que generan (**output**), los elementos de entrada (**input**), los recursos utilizados por aquel (factores de conversión) y los requisitos de los elementos de entrada y salida.

Es también indispensable, establecer el nivel de desempeño esperado del proceso (indicadores de desempeño) a fin de garantizar la satisfacción de los clientes externos e internos de dicho proceso. Los indicadores de desempeño se constituyen en metas de proceso. Toda meta que no se alcanza de manera satisfactoria se constituye en una oportunidad de mejora. (Bonilla , Diaz, Kleeberg, y Noriega, 2012, p. 27).

Ya que cada empresa tiene entre sus prioridades cumplir con una o varias metas, como por ejemplo la de generar utilidades a través de la prestación de bienes o servicios, esto se logra desarrollando diversas estrategias que le permitan alcanzar los objetivos; sin embargo, cuando una meta no es alcanzada, abre las posibilidades de buscar una mejor estrategia que dé resultados, por esta razón las mejoras siempre van estar latentes en el desarrollo de cualquier organización.

### **2.2.3. Medición de proceso**

La experiencia de la empresa exitosa nos lleva a la conclusión de que “solo se mejora aquello que se mide, los procesos enfocados en la satisfacción de los clientes deben medir sus resultados, compararlos con los valores meta y de esa manera conocer el nivel de eficacia, efectividad y eficiencia de su desempeño” (Bonilla , Diaz, Kleeberg, y Noriega, 2012, p. 29).

Los resultados constituyen el efecto del comportamiento (variable) de los recursos de la producción, es decir de la aptitud de estos para cumplir con los estándares de desempeño especificados. Cada medición, cada métrica, debe cumplir con el seguimiento oportuno de todos y cada uno de los procesos, para así encontrar los posibles huecos que puedan ocasionar la desviación del alcance de los objetivos, de tal forma que, se pueda mejorar dicho proceso, ampliando sus funciones o ya sea tomando otro camino que le permite llegar a la meta.

Teniendo en cuenta que al no alcanzar los objetivos se abre la puerta a mejoras que se puedan establecer, considerando que la medición de los procesos permiten calcular la fiabilidad de los procedimientos tomados o las desviaciones que estos puedan tener con respeto a la meta, se estima que cada vez que una meta no es alcanzada, esto puede

conllevar a la generación de pérdidas o desmejoras en la producción o servicios que se presten, y cuando esto se vuelve mas recurrente se abre paso a los fracasos que obligan a la empresa a marcar otros rumbos si desea mantenerse en el mercado. De allí viene dada la importancia de las mediciones de los procesos.

Todo diferencia entre un resultado y el valor meta establecido se considera un “problema” y una oportunidad para mejorar, para poder ilustrar mejor lo antes explicado, se detalla a continuación una tabla de criterio (objetivo) y los indicadores que permiten tener una idea mas concisa y elaborada de lo que puede ser la medición de un proceso.

**Tabla N° 1.** Ejemplo de indicadores de desempeño de proceso

Criterio (objetivo)	Indicador
Calidad	Nivel de satisfacción del cliente externo
	Nivel de satisfacción de accionistas
	Numero de reclamos por mes
	Porcentaje de unidades rechazadas
	Porcentaje de unidades reprocesadas
	Costo de no calidad/ ingreso por ventas
	Nivel de retención de clientes
Costo	Costo unitario del producto o servicio
	Valor del inventario promedio
	Costo de mano de obra por articulo
	Costo de material por producto
Productividad	Unidades producidas/costos total
	Unidades producidas/costo materiales
	Tiempo de ciclo de producción
	Unidades vendidas/horas- hombre
	Eficiencia promedio de operarios
	Tiempo unitario de inspección
Oportunidad	Pedidos entregados a tiempo/pedidos totales
	Tiempo de reposición de un pedido
	Porcentaje de pedidos urgentes
	Porcentaje de despachos retrasados
Seguridad	Número de accidentes graves /año
	Cantidad de actos inseguros /trabajador
	Numero de condiciones inseguras
	Presupuesto para simulacro de prevención
Flexibilidad	Nuevos productos/año
	Nuevas soluciones/año
	Tamaño de lotes de producción
	Alternativas de pago
Administración del personal	Nivel de clima laboral
	Porcentaje de ausentismo
	Inversión en capacitación
	Numero de sugerencias/empleado-año
	Cantidad de reconocimiento por año
Resguardo ambiental	Impacto ambiental (tierra, aire, agua)
	Número de proyectos de reducciones impacto ambiental

---

Penalización por contaminación ambiental

---

*Fuente. Elaboración propia.*

#### **2.2.4. Mejora continua de procesos**

“Es una estrategia de gestión empresarial que consiste en desarrollar mecanismos sistemáticos para mejorar el desempeño de los procesos y, consecuencia, elevar el nivel de satisfacción de los clientes internos o externos y de otras partes interesadas (stakeholders)” (Bonilla , Diaz, Kleeberg, y Noriega, 2012, p. 30)

### **2.3. Metodología de mejora continua**

Describe el método de la mejora continua denominado “Kaizen”, a través de siete pasos, que va desde la identificación del problema hasta la estandarización de solución.

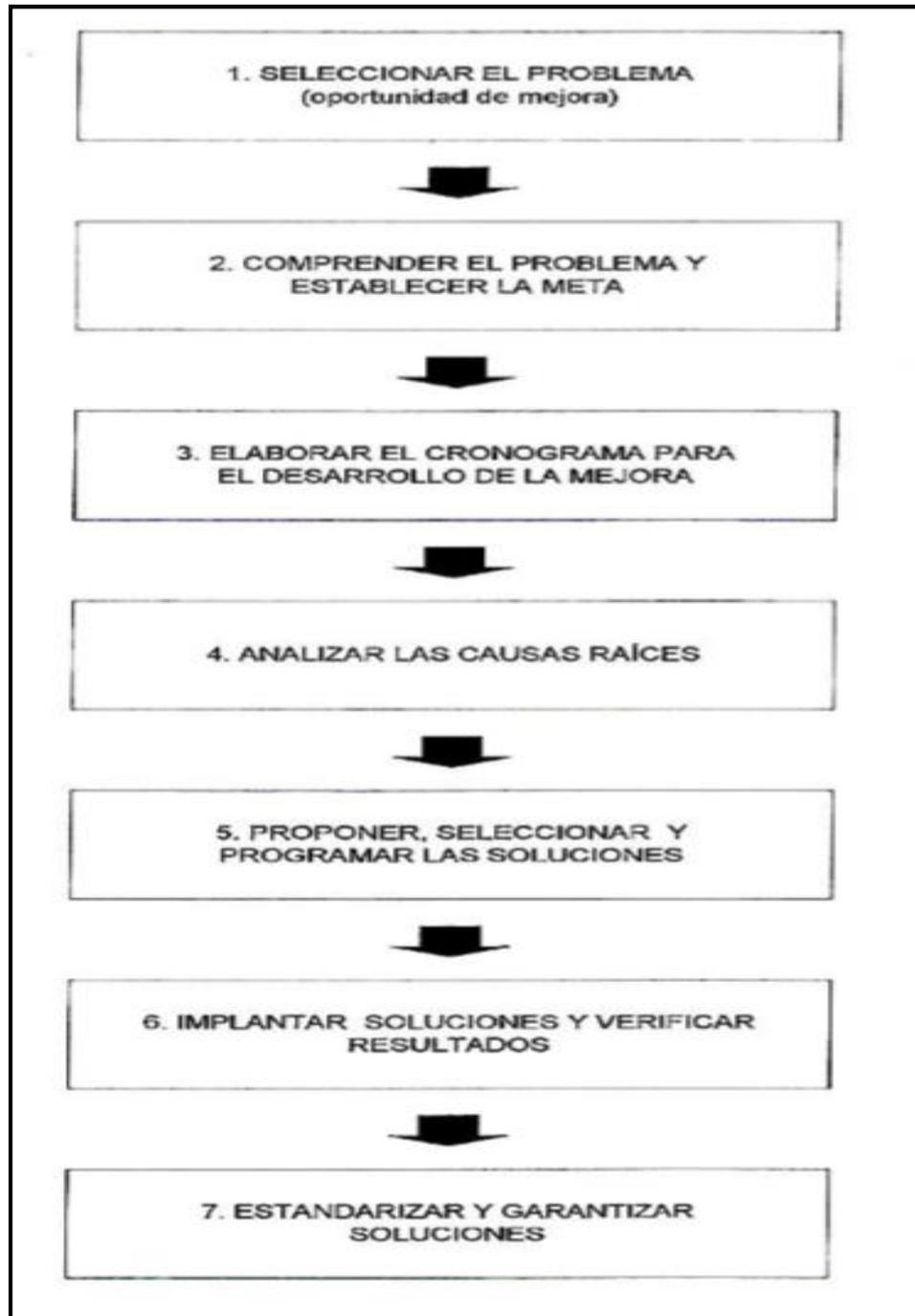
#### **2.3.1. Metodología de los 7 pasos**

“La mejora continua Kaizen busca desarrollar, de manera sistemática, pequeñas mejoras en los diferentes procesos de la organización, pero que en el largo plazo contribuyen a la competitividad de negocio” (Bonilla , Diaz, Kleeberg, y Noriega, 2012, p. 153).

Ya que por lo general un proceso que se lleva a cabo sigue una serie de pasos o procedimientos, además existe el factor de que otros procesos o incluso subprocesos se ejecuten o no de manera paralela con respecto al anterior, estos pueden incidir en la búsqueda de sus resultados, por esta razón la sistematización de diversas mejoras que afecten a mas de un proceso a la vez, pueden contribuir ya sea a corto o largo plazo a mejorar la competitividad de una empresa.

A continuacion detallaremos los siete pasos de Kaizen.

Figura n°. 3. Metodología de 7 pasos Kaizen



Fuente: (Bonilla, Díaz, Kleeberg, y Noriega, 2012, p. 153).

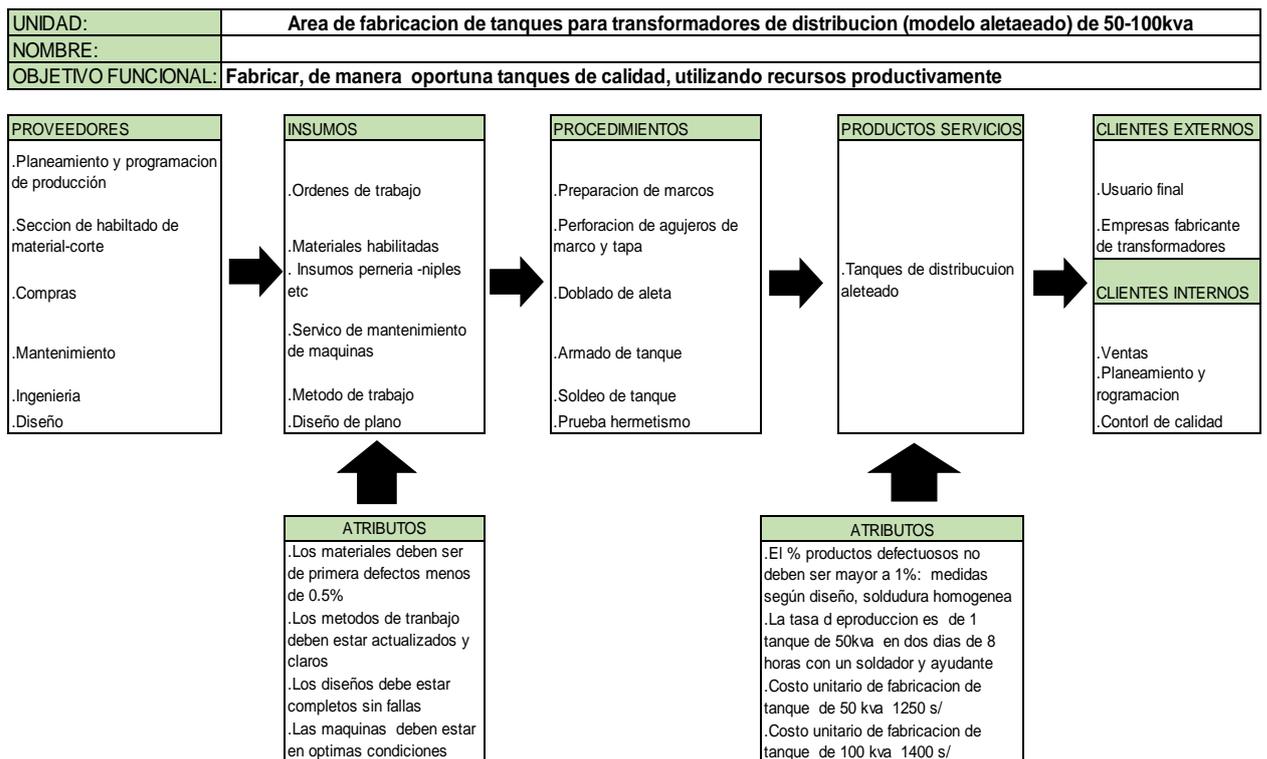
### 2.3.1.1. Paso uno: Seleccionar el problema

Un problema es un resultado que no se ajusta satisfactoriamente al estándar o meta planeada, ocasionado una reducción en el nivel de desempeño de un proceso.

Como principales actividades que se involucran se clasifican en:

- Reflexión sobre la misión, la visión, los objetivos y la estrategia de la organización.
- Descripción y caracterización del proceso que se debe mejorar, en la figura 3 vemos lo indicado.
- Identificación de oportunidades de mejora(problemas)
- Selección de problema principal.

**Tabla n° 2.** Caracterización de un proceso para la fabricación de tanques aleteado



Fuente: Elaboración propia

### 2.3.1.2. Paso dos: Comprender el problema y establecer meta

La comprensión del problema está sujeto a cinco aspectos, que a continuación mencionaremos cada uno de ellos:

- Comprender el impacto del problema
- Determinar las variables para juntar los registros
- Subdividir el problema para su mejor comprensión
- Identificar los factores del proceso vinculadas al problema
- Decidir la meta que se debe lograr

### 2.3.1.3. Paso tres: Elaborar el cronograma para el desarrollo de la mejora

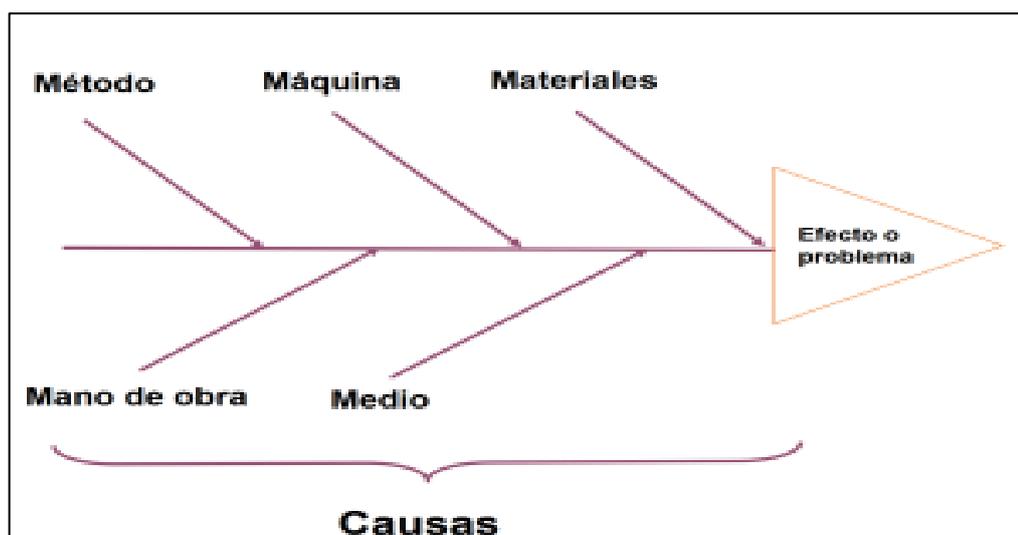
En este paso se debe de realizar una lista de actividades a desarrollar buscando los datos para realizar el análisis de causa raíz, para luego escoger la mejor alternativa.

### 2.3.1.4. Paso cuatro: Analizar las causas raíz

También están sujetas varias actividades principales.

- Enumerar una lista de causas del problema, en ello el equipo debe realizar una lluvia de ideas para identificar las causas relacionadas con el problema.
- Análisis causa efecto
- Analizar la criticidad de las causas raíz
- Clasificación de las causas raíz

**Figura n°. 4.** Diagrama de causa efecto-Espina de pescado



Fuente: <https://www.google.com.pe>

### **2.3.1.5. Paso cinco: Proponer seleccionar y programar las soluciones**

Se necesita de mucha creatividad, con el fin de proponer soluciones, para ello se realiza los pasos siguientes:

- Proponer ideas de solución
- Seleccionar propuesta de acciones
- Programar la implementación de la solución elegida

### **2.3.1.6. Paso seis: Implementar y verificar resultados**

En este paso se debe ejecutar el plan de implementación elaborado en el paso cinco, así como evaluar los resultados con el fin de compararlos con la meta establecida.

### **2.3.1.7. Paso siete: Normalizar y establecer un control**

Se desarrolla luego de haber verificado que la solución se ajuste a la meta establecida; su objetivo es asegurar que las mejores propuestas se mantengan en el tiempo, como principales tareas se menciona lo siguiente:

- Normalizar los procedimientos que forman parte de la solución
- Se debe proporcionar entrenamiento al personal involucrado y difundir entre las áreas relacionadas en el proceso mejorado
- Establecer técnicas y herramientas de control
- Difundir los documentos del proyecto, que deben conservarse adecuadamente y mantenerse al alcance de todos los interesados.

## **2.4. Mejoramiento de los procesos**

Se refiere al estudio sistematizado de las tareas y los movimientos de cada proceso con el objetivo de mejorarlo. Su principal función es el aprendizaje y entendimiento detallado de cada uno de los procesos. Una vez comprendidos es factible elaborar y optimizar el proceso de mejoramiento.

### **2.4.1. Existen dos tipos de mejoras**

- **Mejoras radicales:** Aquellas cuyo objetivo se encuentra orientado al origen de los desperfarros, solventando el problema o la mayor parte de él. Suprimiendo las causas, dando pasó a un proceso más eficiente.

- **Mejoras parche:** Son aquellas donde el estudio se enfoca a los síntomas, ocultando el problema visible, pero evitando las causas, por lo que lo más probable es que se vuelva a presentar en un futuro. El proceso es efectivo, pero no de manera eficiente, incluso el problema permanece oculto.

## 2.5. Metodología 5'S

Constituye una de las estrategias para implementar la mejora continua en las organizaciones, las 5's se refieren a una serie de métodos que consisten en el desenvolvimiento de las tareas de orden, limpieza y detección de fallas en el lugar de trabajo, su aplicación consiste en la participación de todos los miembros de la organización, mejorando el área de trabajo, la seguridad, de las personas y equipos, la calidad y el aumento de la productividad (Bonilla , Diaz, Kleeberg y Noriega, 2012, pág. 32). Sus ventajas son las siguientes:

- Incentiva el trabajo en equipo, permite la interacción de todos los involucrados en los procesos de mejoramiento.
- Disminución de producción defectuosa, la cual comprende: disminución de fallas, menos riesgos de accidentes, menor nivel de existencias o inventarios, disminución del tiempo para realizar cambio de herramientas e instrumentos, disminución de despilfarros.
- Se logra una mayor calidad de puesto de trabajo: Más espacio, mayor satisfacción por la empresa donde se labora, cooperativismo mutuo y trabajo en equipo, más compromiso y responsabilidades en las actividades.
- Mayor calidad en los servicios y productos elaborados.
- Mayor satisfacción al cliente o usuario final.

Las 5's son cinco principios del Japón, cuyos nombres comienzan por la letra “s” y siguen la ruta por conseguir una fábrica limpia y ordenada. La descripción de las mismas es como sigue:

### 2.5.1. Seiri: Organización:

Este principio trata de mantener organizado, en alejar lo que sirve de lo que no sirve, si cabe la posibilidad clasificarlo. De tal manera, los elementos que se consideren necesarios deben estar cercanos al área de la operación. Mientras que los innecesarios, deben estar retirados o incluso suprimidos del sitio. Implementando la organización se alcanza librar mayor espacio útil. Eliminar el exceso de herramientas y elementos considerados obsoletos, eliminar el almacenamiento excesivo y reducir los movimientos no necesarios.

### **2.5.2. Seiton: Orden:**

Este principio adopta la idea de eliminar radicalmente lo que no tiene funcionamiento, estableciendo normas de ubicación para cada elemento y herramienta. Dichas reglas deben estar al alcance de la vista y ser de fácil localización para evitar confusiones. El principio del orden trabaja en base a una frase: “**un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar**”, implementando dicho orden, se obtiene como resultado, la minimización del tiempo de búsqueda, utilización y devolución de las herramientas, reducción de los errores humanos, minimización de las interrupciones de los procesos, reducción de tiempos de cambios de herramientas y la eliminación de las condiciones que generen ambientes inseguros propensos a accidentes.

### **2.5.3. Seiso: Limpieza:**

Consiste primordialmente en mantener limpio el lugar donde se labora y a los equipos utilizados, previniendo la acumulación de desorden y suciedad. Eliminar polvo y suciedad de todos y cada uno de los elementos de una fábrica conservando de esta manera las condiciones más apropiadas de higiene y aseo. Los resultados siempre se obtendrán con la limpieza optimizando la utilización del área de trabajo, manteniendo las mejoras del bienestar físico y mental del trabajador.

### **2.5.4. Seiketsu: Control visual:**

Se establecen los estándares de limpieza y de inspección para poder realizar las acciones de auto control de manera permanente, permitiendo así mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras “S”. Con la aplicación del control visual, se generan los siguientes resultados: mejoramiento del bienestar del personal al crear hábitos de conservar siempre limpio el área de trabajo, los operarios aprenden a conocer a profundidad los equipos dándole preparación para asumir mayores responsabilidades en la gestión de cada puesto.

### **2.5.5. Shitsuke: Disciplina y habito:**

Consiste en tratar de realizar auto inspección de manera frecuente y convertirla en hábito del empleo, utilizando métodos establecidos y estándares para cada limpieza en cada lugar de trabajo. Esta implementación de la disciplina, permite obtener los siguientes resultados, crea una cultura sensible, respetuosa y de cuidado de los recursos de la fábrica, se genera conciencia a los trabajadores hacia la organización, el orden y la limpieza se siguen como estándares.

## **2.6. Fabricación de tanques para transformadores**

### **2.6.1. Definición**

Tanque es una estructura metálica o llamado también carcasa del transformador.

“En el caso de transformadores enfriados por aceite, los tanques se construyen de láminas o placas de acero común, estos tanques pueden ser: lisos, con paredes onduladas, o con tubos radiadores, según sea la capacidad de disipación deseada”. (Enriquez, 2004, pág. 81)

### **2.6.2. Características**

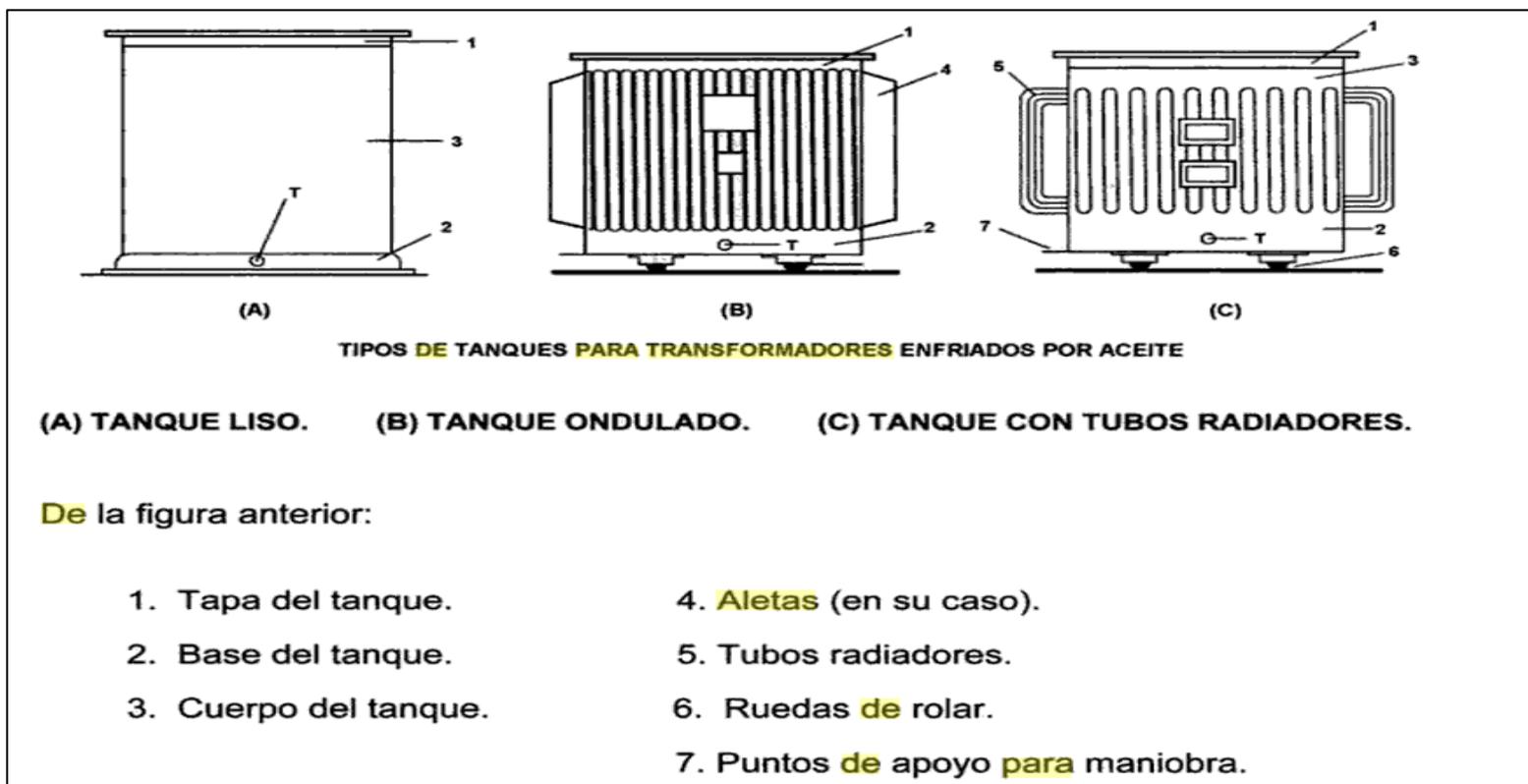
Se caracterizan por ser un componente principal para los transformadores, sirve como protector de los componentes internos que compone el producto (transformador) los modelos están fabricados según la potencia del transformador.

Concierne en una estructura metálica realizado mediante proceso de dobles de planchas de diferentes espesores y medidas, además de ello lleva aletas (son ondulaciones realizadas en láminas de plancha de 1.2mm-1.5mm de espesor), perfiles para preparar el marco y refuerzos, después de ello se realiza el proceso de armado que se unen mediante puntos de soldadura y soldeo final.

### **2.6.3. Tipos de tanques para transformadores**

Puede ser diferentes modelos tanto ovalados, redondo, cuadrados, rectangulares, etcétera. (Véanse en la figura n°5), son los tipos más usados en el mercado nacional.

**Figura n°. 5.** Tipos de tanques para trasformadores



Fuente: (Enríquez, 2004, pág. 81)

### 2.6.3.1. Tanques para transformadores mixtos

Están fabricadas con plancha metálica de diferentes espesores pueden ser cuadrados u ovalados como se aprecia en la imagen 3, la estructura está conformado por diferentes componentes que son: cúpula para aisladores de **AT.**, abrazaderas para sujetar en el poste, patas con canales “U” caja bornera con sistema con puertas abisagrado para protección de accesorios eléctricos, orejas de izaje, niples de llenado y vaciado de aceite, bocina para válvula de sobre presión (**VSP**), etcétera.

Su diseño permite adaptarse a las exigencias de los transformadores mixtos, los cuales utilizan sistemas monofásicos y trifásicos, siendo destinados para reducir tensiones y corrientes, hasta llevarlos a valores adecuados para poder ser medidos.

Está destinado para una gran variedad de aplicaciones, como universidades, compañías mineras, compañías eléctricas, hospitales, industrias, entre otros.

**Figura n°. 6.** Tanque trafomix-ovalado



*Fuente: IMMECS S.A.C.*

### 2.6.3.2. Tanques para transformadores potencia

Es una estructura metálica rectangular, la estructura se realiza con planchas de  $\frac{1}{4}$ " dobladas según medidas, con perfiles como canales (**U**) platinas para marco base fondo, también llevan radiadores para disipador de calor que son ensamblados mediante bridas y pernos lleva conservador de aceite, está distribuido con agujeros para la colocación de aisladores de (**AT- BT**), tapa desmontable, conservador de aceite desmontable, etcétera.

Figura n°. 7. Tanque de potencia



Fuente: IMMECS S.A.C.

### 2.6.3.3. Tanques para transformadores pedestal

Como en todos los modelos se trabaja con materiales metálicas tal como se mencionó en los modelos anteriores pero los tanques pedestales se caracterizan por llevar una cabina frontal conformada con dos puertas frontales con la finalidad de proteger los equipos que van dentro, pueden ser fabricados con aletas para disipar calor tanto posterior y lateral o también solo una cuba mediante dobles de planchas metálicas o radiadores, en la imagen se apreciara el modelo.

**Figura n°. 8.** Tanque tipo pedestal



*Fuente: IMMECS S.A.C.*

#### 2.6.3.4. Tanques para transformadores modelo aleteado

Estos tanques se caracterizan por llevar aletas para disipar calor, el modelo puede variar dependiendo del fabricante de transformadores, pero siempre se asemejan, se fabrican con planchas metálicas de diferentes espesores, se utilizan perfiles, platina, canales (U) ángulos, barrillas redondas, pernos, aletas dobladas de láminas metálicas de 1.2mm o de 1.5 mm de espesor, etcétera. Y hace que el transformador puede ser más ligero consecuentemente más económico la elasticidad de las paredes de la cuba con aletas permite una sobrepresión máxima de  $0.5\text{kgf/cm}^2$  (kilogramo fuerza por centímetro cuadrado).

Todas las cubas de aletas para transformadores de distribución, tapas son fabricados de acuerdo a los diseños y las normas internacionalidades de soldadura.

**Figura n°. 9.** Tanque de distribución modelo aleteado 100kva



*Fuente: IMMECS S.A.C.*

**Figura n°. 10.** Tanque(cuba) de distribución modelo aleteado 50kva

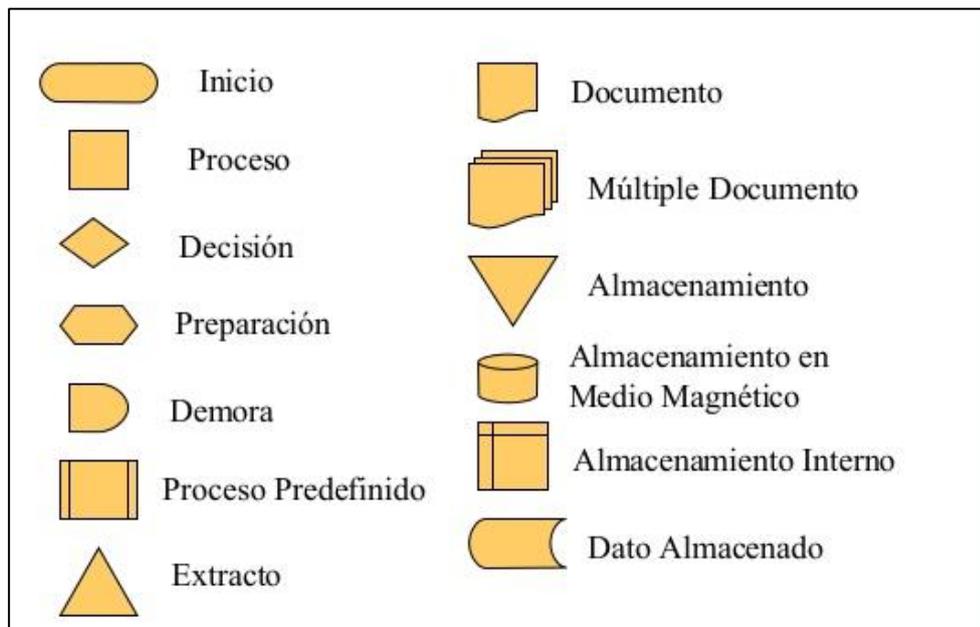


*Fuente: IMMECS S.A.C.*

## 2.7. Proceso de fabricación de tanques aleteado

Los procesos para la fabricación de tanques modelo aleteado están divididos en varios tales: como primer proceso diseñar el plano, segundo proceso corte de materiales o llamado también habilitado de materiales, terceros dobles de aleta y cuba (fondo) el proceso de doblado de aletas se realiza con una máquina dobladora manual, cuarto armado de estructura tanque, quinto soldeo de tanque, sexto limpieza mecánica, séptimo prueba hermetismo, octavo arenado, noveno pintado y obtenemos producto final, a continuación mostramos los símbolos que se usara para realizar el diagrama de proceso, dicho diagrama se mostrara detalladamente en el desarrollo del proyecto.

**Figura n°. 11.** Símbolos para diagrama de flujo de Proceso de fabricación.



Fuente: <https://es.slideshare.net>

## 2.8. Aletas

### 2.8.1. Definición de aletas

Las aletas, son superficies utilizados como un mecanismo que acelera el enfriamiento de una superficie, de forma que combinan el sistema de conducción y convección en un área, por ejemplo, una pared de tanque para transformadores, al añadir una aleta, el calor fluiría

no solo por la pared sino también por la superficie de la aleta, la cual provocará la aceleración del enfriamiento.

Las aletas de enfriamiento son las que aumentan la transferencia de calor. A la vista de la Ley de Newton del Enfriamiento:  $Q = A_s \cdot h \cdot (T_s - T_f)$  Que modela la velocidad de transferencia de calor por convección entre una superficie y el fluido que la rodea, y teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos tanto  $T_s$  (temperatura de la superficie) como temperatura del fluido ( $T_f$ ) son condiciones de diseño prefijadas. (Villa, 2015, pág. 4)

las posibilidades para incrementar la velocidad de transferencia de calor desde una superficie al fluido que la rodea son dos:

- Aumentar el valor del coeficiente de película (**h**). Esto se puede hacer, por ejemplo, utilizando un ventilador para forzar la convección. En muchas ocasiones esta solución no resulta económicamente rentable o es demasiado complicada.
- Aumentar la superficie de intercambio (**As**) mediante elementos adicionales llamados, en general, aletas.

### 2.8.2. Utilización de aletas

Las aletas son utilizadas principalmente cuando el coeficiente de transferencia de calor es muy bajo, esto es compensado con el área añadida por la superficie extendida.

Su función principal es la de aumentar la superficie exterior fluido refrigerante, cuya conductibilidad es reducida.

Se utilizan para mejorar la transferencia de calor entre un sólido y un líquido aumentando el área superficial en contacto con el fluido. Pueden tener diversas formas:

- Rectas
- Longitudinales
- Curvilíneas

### 2.8.3. Materiales de que se construyen

Hay muchos tipos materiales de la cual se construyen las aletas, pero normalmente son de aluminio para motores eléctricos son altamente conductivos para transformadores son realizados por láminas de espesor constante (1.2-1.5 mm) de acero común. De forma

análoga se plantea el dimensionado de las aletas de los radiadores que se emplean para la refrigeración del aceite.

#### **2.8.4. Tipos de aletas**

Pueden ser de varios tipos, pero esta ocasión estudiaremos lo más utilizados.

##### **2.8.4.1. Aleta recta**

Son de sección transversal uniforme es cualquier superficie prolongada que se une a una pared plana, puede variar con la distancia de la pared. Generalmente se utilizan para motores y transformadores eléctricos.

##### **2.8.4.2. Aleta anular**

Es aquella que se une de forma circunferencial a un cilindro, y su sección transversal varia con el radio desde la línea central del cilindro.

##### **2.8.4.3. Aleta aguja**

Es una superficie prolongada de sección transversal circular, las aletas de aguja también pueden ser de sección transversal uniforme o no uniforme.

##### **2.8.4.4. Aleta triangulares**

Son utilizados mayormente en motores eléctricos.

## **2.9. Átelas para tanques de transformadores eléctricos**

### **2.9.1. Definición**

Llamado también laminas corrugadas, tiene la función de disipar el calor, en el tanque para transformador, se fabrica con láminas metálicas de 1.2mm a 1.5mm de espesor de diferentes formatos, el doblado se realiza en una maquina dobladora ya sea manual o eléctrica automática, en la figura 12-13 apreciamos imagen y diseño del producto.

Tienen la función de disipar el calor de un transformador en aceite, pueden ser fabricados uno a uno para su posterior ensamblaje y montaje mediante soldadura a todo el panel unido y seguido para ser pegados de forma vertical.

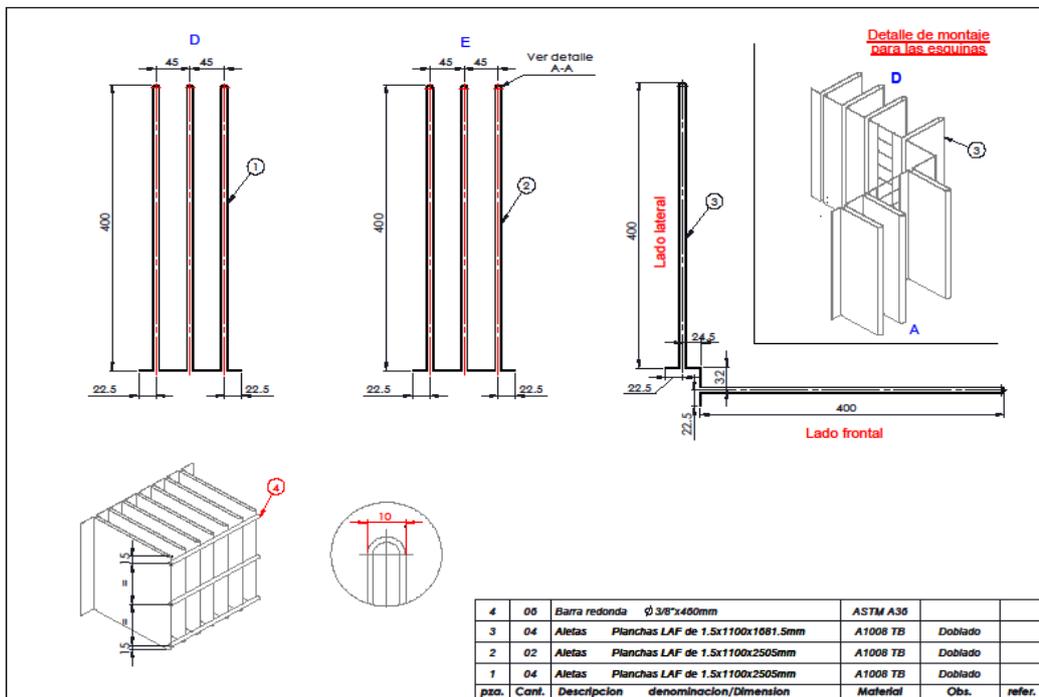
Es posible también realizar embutidos con o sin soldadura a cada aleta lo que ofrece mayor estabilidad al conjunto completo de cuba o tanque. Habitualmente los paneles son suministrados con barrilas de refuerzo de 6-8 mm de diámetro con soldadura en la parte superior de la cuba de cada aleta de ambos lados del panel.

Figura n°. 12. Aletas para tanques de transformadores



Fuente: IMMECS S.A.C.

Figura n°. 13. Diseño de aleta



Fuente: Elaboración propia.

## 2.10. Doblado de chapas o planchas

Antes de realizar el doblado se debe pasar por el proceso de cortado, que concierne en cortar o cizallar las láminas.

### 2.10.1. Definición de plegado

“El doblado o plegado es un proceso de conformado en el que no existe separación de material al realizar una deformación plástica para dar forma alrededor de un ángulo a una chapa o laminas metálicas”. (Ginjaumi & Torre, 2008, pág. 384)

El doblado es una de las operaciones de formado más comunes, como la evidencia de las observaciones en miles de productos. Realizadas mediante el doblado de láminas metálicas, tal es así en la industria de transformadores se utiliza diariamente el proceso de doblado para realizar las carcasas del transformador, así mismo para el proceso de doblado de aletas.

Se utiliza, normalmente, una prensa que cuenta con una matriz si es con estampa ésta tendrá una forma determinada y un punzón que también puede tener forma que realizará la presión sobre la chapa. En el proceso, el material situado a un lado del eje neutro se comprimirá zona interior y el situado en el lado opuesto zona exterior será traccionado como consecuencia de los esfuerzos aplicados. Esto provoca también un pequeño adelgazamiento en el codo de la chapa doblada, cosa que se acentúa en el centro de la chapa.

Según el ángulo o la forma que queramos dar al doblado existen matrices que nos proporcionan la forma deseada.

En resumen, de la definición del doblado es.

- Deformación plástica de un metal alrededor de un eje.
- Fuerza de flexión
- Se produce poco o ningún cambio en el espesor de material.

### 2.10.2. Condiciones técnicas para un correcto doblado

Tener en cuenta el radio, la longitud y el espesor del material a doblar, así como seleccionar adecuadamente la herramienta de trabajo, son solo algunos de los parámetros a tener en cuenta en el proceso de doblado, más aún cuando la industria presenta retos especiales que, de ser enfrentados con procesos de producción óptimos, abre nuevas oportunidades

de negocio para las empresas del sector. Una de las operaciones más comunes en el conformado de metal por deformación, es el doblado, proceso que, desde una concepción básica, consiste en la fabricación de piezas con rebordes, bucles y ondulaciones, mediante una prensa o llamado máquina dobladora.

A pesar que el doblado parece ser una operación sencilla, hoy en día la industria trae consigo retos relacionados no sólo con el trabajo de nuevos materiales, sino con la aparición de modernas herramientas (punzones y matrices) que integran diseños variados e inteligentes para la creación de piezas especiales y formas.

### **2.10.3. Proceso de doblado en frío**

“Se refiere al trabajo a temperatura ambiente, este trabajo ocurre al aplicar un esfuerzo mayor a la resistencia de la cedencia del material, produciendo a la vez una deformación” (Kalpakjaian y Schmid, 2014, pág. 385).

La mayoría de los procesos del doblado se trabaja a temperatura ambiente, el trabajo en frío mejora la resistividad, maquinabilidad, exactitud y precisión del material a doblar.

#### **2.10.3.1. Características**

- Mejor precisión
- Mejores tolerancias
- Mejores acabados
- Mayor dureza de los partes
- Requiere mayor esfuerzo

#### **2.10.3.2. Ventajas**

- Posibilidades de obtener propiedades requeridas en el producto final
- Mejor precisión al elaborar la pieza
- Mínima tolerancias excelentes acabados
- Superior dureza en las partes

#### **2.10.3.3. Desventajas**

- Requiere de mayor fuerza
- Reducción de la ductilidad
- Aumenta la resistencia a la tensión
- Limita la operación de doblado en partes.

#### **2.10.4. Doblado en caliente**

Depende de la temperatura y tiempo, con este método las piezas se forman blandos en temperaturas elevadas, mayormente se usan para herramienta. Para realizar el doblado en caliente se debe de seguir los siguientes pasos:

- Calentamiento en el horno
- Traslado del horno a las prensas
- Doblado en caliente
- Templado.

##### **2.10.4.1. Características**

- Mayores modificaciones
- Precisión dimensional bajo
- Herramientas especiales que resisten el calor
- Se requiere menor fuerza
- Baja costos de dados
- Se eliminan zonas de baja resistencia

##### **2.10.4.2. Ventajas**

- Cambio de forma rápida
- Formación de manera barata
- 

##### **2.10.4.3. Desventajas**

- No se mantiene las tolerancias adecuadas
- La superficie calentada que sin capa de protección de oxido

#### **2.10.5. Tipos de plegado**

Los tipos se clasifican según como se realice el proceso de doblado podemos mencionar los más usados como:

- Doblado deslizante.
- Doblado entre formas o doblado en v
- Doblado en borde

### 2.10.5.1. Doblado deslizante

“En una placa presionada la lámina metálica a la matriz o dado mientras el punzón ejerce una fuerza que la dobla al redor del borde del dado, está limitado para ángulos de 90”.  
(Kalpakjaian y Schmid, 2014, pág. 402)

### 2.10.5.2. Doblado entre formas o doblado en v

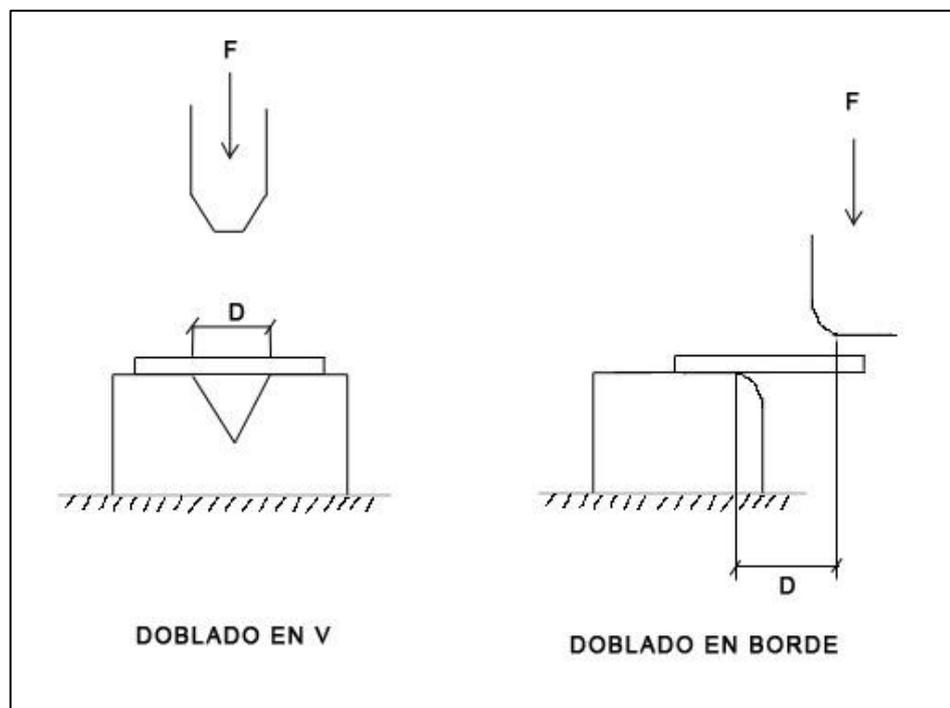
En este tipo de doblado la lámina metálica es formado entre un punzón en forma de V, entre otras formas, se puede doblar con este punzón ángulos desde muy obtusos y ángulos muy agudos.

El doblado en V se usa generalmente para operaciones de baja producción y se realizan frecuentemente en una prensa de cortina, los correspondientes dados en V son relativamente simples y de bajo costo.

Cabe recalcar es el tipo de doblado que se usa para doblado de aletas.

Siendo D la dimensión de la matriz que será requerida para el cálculo de la fuerza necesaria para la operación de doblado.

Figura n°. 14. Tipos de doblado de láminas



Fuente: (Ginjaumi y Torre, 2008, pág. 386)

### **2.10.5.3. Doblado en borde**

Involucra una carga voladiza sobre la lámina de metal. Se usa una placa de presión, que aplica una fuerza de sujeción, para sujetar la lámina contra el dado, mientras el punzón fuerza la parte volada para doblarla sobre el borde del dado.

En cualquiera de las operaciones del doblado se debe tener en cuenta los factores que puedan influir sobre la forma de pieza a obtener, como, por ejemplo, la elasticidad del material, radios interiores, y ángulos de doblado.

### **2.10.6. Radios mínimas de doblez**

“El radio al que aparece primero una grieta es en las fibras exteriores de una lámina que se está doblando se conoce como radio **mínimo de doblez**”. (Kalpakjaian y Schmid, 2014, pág. 403)

### **2.10.7. Restitución**

Debido a que todos los materiales tienen un módulo de elasticidad finito la deformación plástica siempre va seguida por cierta recuperación elástica cuando se retira la carga. En flexión, a esta recuperación se le llama **restricción** y se puede observar fácilmente al doblar y después de liberar una pieza de lámina metálica o alambre.

### **2.10.8. Compensación de la restitución**

En las operaciones de formado, la restricción suele compensarse al doblar en exceso la pieza, a un que pueden requerirse varios ensayos para obtener los resultados deseados. Otro método consiste acuñar el área doblada sometiéndola a esfuerzos de compresión altamente localizados entre la punta de punzón y la superficie de la matriz.

### **2.10.9. Fuerza de doblado**

La fuerza de dobla de láminas y placas pueden estimarse bajo el supuesto de que el proceso consiste en una flexión simple de una viga rectangular, por lo tanto, la fuerza del doblado es una resistencia del material, la longitud del dobles y el espesor del ala lamina y la abertura del dado.

Se apreciará en el siguiente capítulo las herramientas que se usa para el proceso de doblado de láminas.

### **2.10.10. Doblados diversos y operaciones de formado relacionadas**

### **2.10.11. Formado con prensa excéntrica**

Las láminas metálicas o placas pueden doblarse fácilmente con accesorios cansillos usando una prensa. Por lo general, laminas o tiras estrechas los movimientos laterales de los dados son controlados y están sincronizados con el movimiento vertical del dado

### **2.10.12. Doblado con rodillos**

Es este proceso las placas se doblan utilizando un juego de rodillo. Mediante el ajuste de la distancia entre los tres rodillos, se pueden obtener diferentes curvaturas. el proceso es flexible y utiliza ampliamente para doblar placas en aplicaciones como calderas, contenedores, cilindros y elementos estúrales curvos.

### **2.10.13. Rebordeado**

El rebordeado, la periferia de la lámina metálica se dobla en la cavidad de una matriz, es utilizado para dar rigidez a la pieza y además de ello elimina bordes afilados.

## **2.11. Análisis de plegado**

A continuación, se detallan las variables que se dan en el proceso y el cálculo necesario para llevarlo a cabo el plegado.

Análisis del proceso de Doblado de Chapa.

Donde:

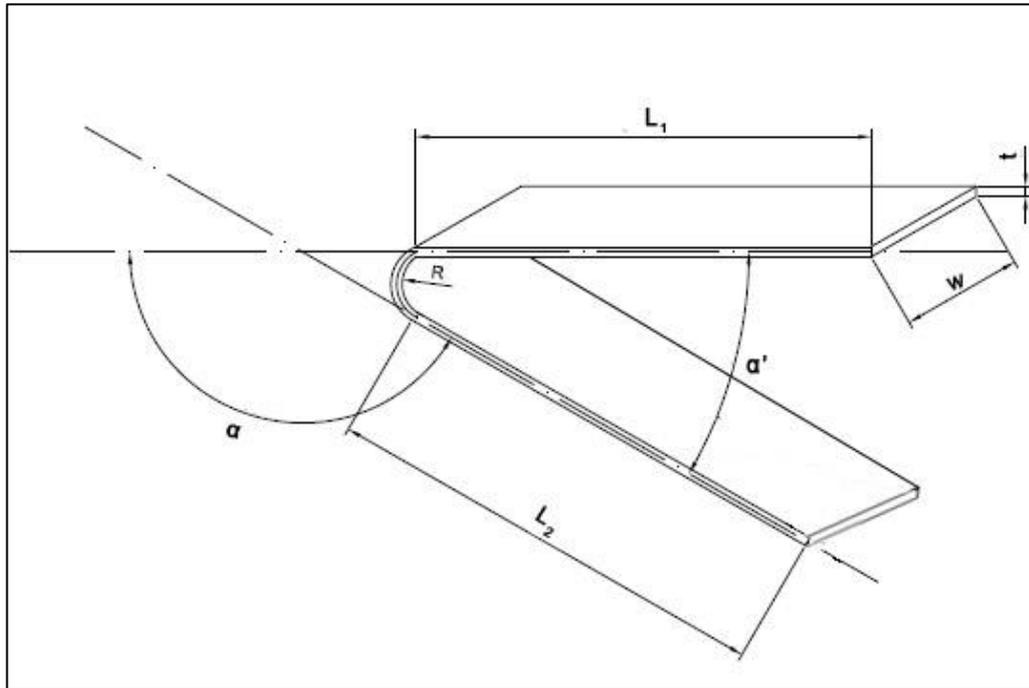
w = ancho de la chapa

t = espesor de la chapa

R = radio de doblado

$\alpha + \alpha' = 180^\circ$

**Figura n°. 15.** Análisis de proceso de doblado



Fuente: (Ginjaumi y Torre, 2008, pág. 386)

El radio mínimo de doblado depende, entre otras cosas, del espesor y la ductilidad del material. Si tenemos un espesor bajo, el radio mínimo será bajo. Por el contrario, si el material es muy dúctil el radio mínimo será bajo.

Para conocer la longitud inicial de la chapa tras un proceso de doblado debemos tener en cuenta que la longitud total de la chapa será la siguiente:

$$L_{Zona\_Doblado} = 2 \pi \frac{\alpha}{360} + (R + K_{Doblado} * t)$$

Donde:

$$si R < 2 * t, K_{Doblado} = 0.33$$

$$si R \geq 2 * t, K_{Doblado} = 0.50$$

Y podemos calcular la fuerza necesaria para realizar el doblado con la siguiente formula:

$$F_{Doblado} = \frac{k_{bf} * \sigma_e * w * t^2}{D}$$

$\sigma_e$  = límite elástico

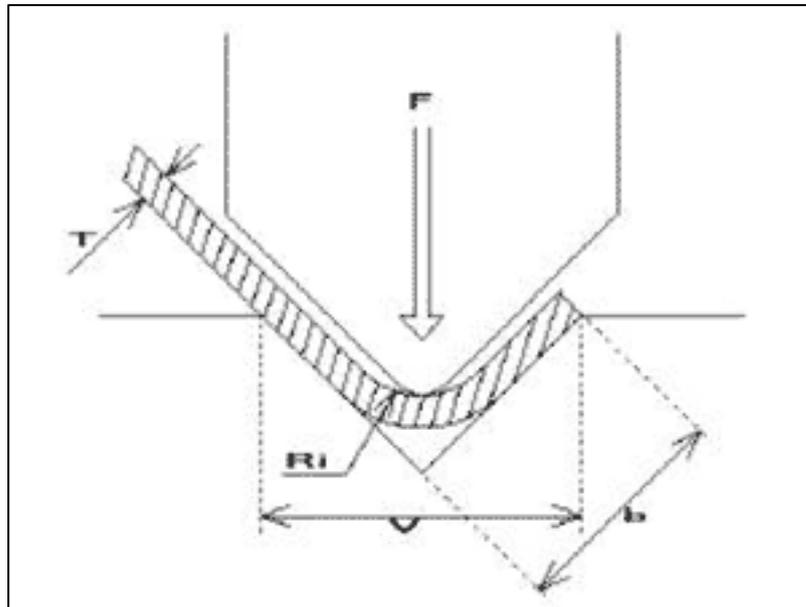
$D$  = dimensión/abertura de la matriz

$K_{bf}$  = cte

(si el doblado es en  $V$ ,  $K_{bf} = 1.33$ )

(si el doblado es en borde,  $K_{bf} = 0.33$ )

**Figura n°. 16.** Fuerza necesaria para el doblado



Fuente: <http://www.interempresas.net>

Donde:

$T$  = espesor de chapa a plegar en mm

$b$  = ala mínima de plegado, medida exterior expresada en mm

$V$  = anchura de matriz en mm

$R_i$  = Radio interno de plegado de la chapa que se obtendrá. Como hemos mencionado anteriormente el radio de plegado es aproximadamente una sexta parte de la anchura de la  $V$ .

$F$  = Fuerza de plegado por metro necesaria para plegar acero de 45-50 Kg/mm<sup>2</sup>. Para determinar la fuerza necesaria primero se ha de determinar la  $V$  necesaria para el espesor  $T$  de la chapa que queremos plegar. Seguir en horizontal la línea del espesor de chapa hasta que se encuentre con la columna correspondiente a la  $V$  seleccionada. Por ejemplo, si escogemos una  $V=12$  para plegar chapa de 2 mm de espesor encontraremos que la fuerza

necesaria es 22 toneladas por metro. Si el espesor T es 6 y la V=50 la fuerza necesaria será de 48 toneladas por metro.

### 2.11.1. Relación entre la fuerza de plegado F y la anchura matriz V

Para plegar chapa de 1 mm de espesor podemos utilizar una V de 6 o de 8 mm. La fuerza necesaria es de 11 t y 8 t respectivamente. Observamos que para un mismo espesor de chapa cuando aumentamos la anchura de la V disminuye el tonelaje necesario. Esto sucederá siempre. Por tanto, decimos que la Fuerza necesaria F es inversamente proporcional a la anchura de la matriz V. y se puede expresar de la siguiente manera:  
A continuación, adjuntamos, tabla de resistencia de algunos materiales más comunes:

**Tabla n° 3.** Resistencia de materiales ferrosos

Material	Resistencia (Kg/mm <sup>2</sup> )
Plomo	2.5-4
Estaño	4-5
Aluminio(99.0%)	9.3-171
Aleación de aluminio de alta resistencia	23-48
Duraluminio	26-48
Zinc	15-25
Cobre	22-40
Laton(70-30)	33-53
Laton(60-40)	38-49
Bronce	40-75
Plata niquel	35-70
Hierro laminado frio	32-38
Acero inoxidable	65-70

*Fuente. Elaboración propia*

## 2.12. Equipamientos para el doblado

A continuación, detallaremos las máquinas para el proceso de doblado.

### 2.12.1. Máquina dobladora

Llamado también plegadoras, las dobladoras, como su nombre lo indica, son máquinas que sirven para doblar diferentes materiales de acero, está especialmente fabricada para moldear y curvar hojas, placas o piezas de metal. Originalmente, las primeras prensas dobladoras funcionaban a través de un sistema de engranajes manejados por una manivela. Luego estos modelos fueron reemplazados por aquellos accionados por transmisión; que no sólo permiten un mejor manejo del metal, sino que también brindan un acabado inmejorable. Existen distintos tipos de prensas dobladoras; se clasifican de acuerdo a parámetros básicos, como la amplitud, longitud y altura de trabajo, distancia a la escuadra, tonelaje o fuerza, y distancia entre los mástiles del marco, a continuación, mencionaremos los tipos de alguno de ellos: Las prensas mecánicas, neumáticas, e hidráulicas. Todas cumplen la misma función; sin embargo, se distinguen por la aplicación de la fuerza que ejercen ante el metal.

Figura n°. 17. Máquina doblada.



Fuente: <https://www.solostocks.com>.

### 2.12.2. Máquina dobladora mecánica

A diferencia de las prensas dobladoras mecánicas, las neumáticas ejercen fuerza en el cilindro con presión de aire. Este tipo es frecuentemente utilizado para trabajos que requieren un menor tonelaje o fuerza.

Por mucho tiempo, las prensas mecánicas fueron las más utilizadas a nivel mundial. Sin embargo, a partir de la década de 1950, con el surgimiento de nuevos sistemas controlados por ordenador, fueron reemplazadas por las prensas hidráulicas.

### **2.12.3. Máquina dobladora hidráulica**

Las prensas plegadoras hidráulicas trabajan con dos cilindros sincronizados ubicados en los marcos de la máquina para mover la viga principal. Es recomendable utilizar este tipo de prensas, porque producen productos exactos y de alta calidad. Además, consumen una menor cantidad de energía; son más seguras y fiables.

Este tipo de prensas fueron diseñadas para una manufactura más rápida; porque el tiempo que necesita para operar es básicamente el que emplea en una carrera del ariete y en la colocación del material. Por tal motivo, es la herramienta ideal para mantener bajos costos de producción.

### **2.12.4. Máquina dobladora manual**

La máquina Dobladora manual también conocida como máquina plegadora de accionamiento manual es apropiada para plegar chapas galvanizadas, placas perfiladas en frío, placas perfiladas en caliente, chapas de aluminio, láminas de acero inoxidable, y así sucesivamente, están diseñado con dos excéntricas para levantar el cabezal, dos contrapesos, bancada o llamado también mesa, cuchillas para el doblado, mandil para el doblado abisagrado, etcétera. pero en este caso se utilizará especialmente para doblar aletas para los tranques de transformadores eléctricos de distribución.

### **2.12.5. Características de máquina dobladora**

Las dobladoras son una herramienta ideal para hacer pliegues a las láminas de acero. La dobladora está construida en sólida placa de acero resistente al trabajo pesado, el cuerpo superior se puede ajustar para diferentes tipos de doblado y calibres de lámina. Además, estas máquinas son de fácil operación y requieren muy poco mantenimiento. La estructura de la dobladora de ajuste con prensa está diseñada para lucir muy bien además de asegurar, abrir y cerrar con rapidez. Las herramientas son fáciles de mover y aptas para la producción de todo tipo de chapas dobladas, tal como se habló será en especial para doblado de aletas.

### 2.12.6. Ventajas de máquina dobladora

Con un diseño exclusivo de la parte dobladora y rodillos de aleación durables, esta máquina dobladora manual puede ahorrar espacio y garantizar su vida de uso.

La prensa plegadora manual puede combinar varias funciones para maximizar su eficiencia.

Poseen una gran fuerza y rodamientos durables, lo cual asegura la precisión y la exactitud.

Las dobladoras han sido fabricadas para doblar láminas metálicas que como producto terminado será aletas para tanques de transformadores eléctricos de distribución. La máquina facilitará la producción de los tanques antes mencionado.

#### 2.12.6.1. Cómo utilizar una máquina dobladora

El procedimiento depende de cada fabricante y antes de poner manos a la obra es recomendable tener una capacitación acorde.

Es muy común mencionar máquinas dobladoras manuales cuando se refiere a la manipulación y moldeado del metal. Sin embargo, aunque son muy útiles, es necesario saber manejarlas correctamente para evitar accidentes; porque al estar diseñadas para doblar el metal a través enormes cantidades de presión, pueden ser peligrosas.

Adicional a eso, utilice todo el equipo de protección que sea necesario; además de cualquier instrumento de seguridad que requiera el caso, como gafas y guantes. En caso de que no se posean este equipo, es preferible que no se utilice la dobladora, a continuación, mostraremos la imagen de la dobladora manual de aletas.

**Figura n°. 18.** Máquina dobladora manual

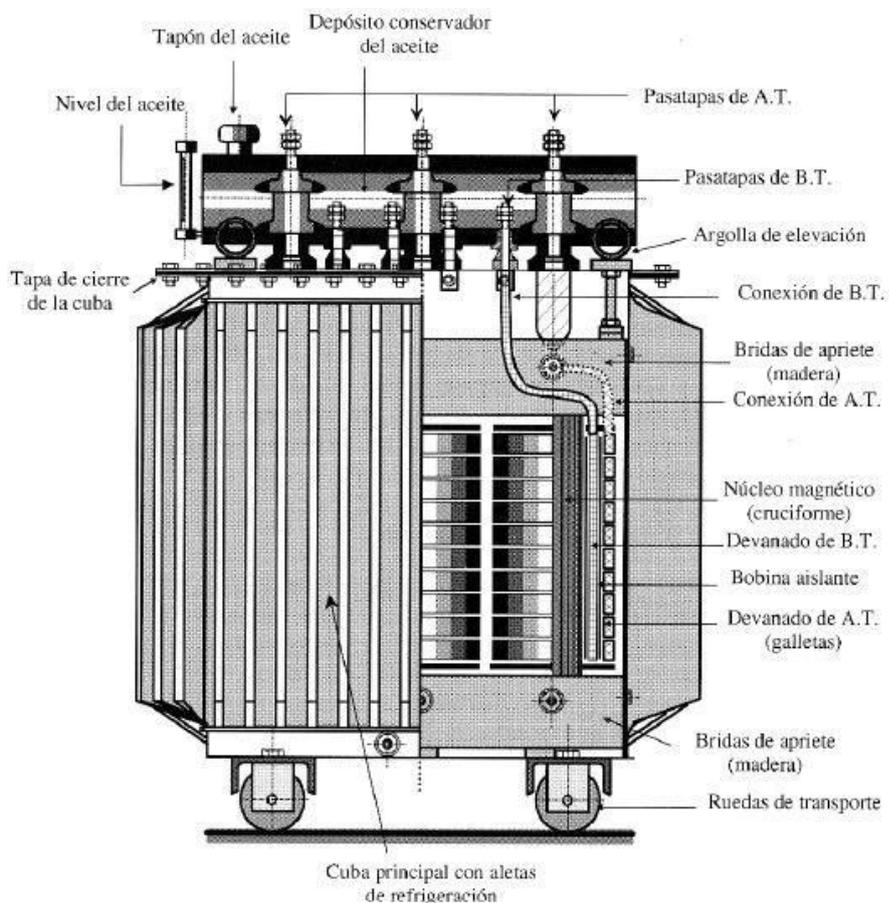


*Fuente: Obsequio Isaac*

### 2.13. Concepto de Transformadores eléctricos

El transformador es una máquina eléctrica estática, destinada a funcionar con corriente alterna, constituida por dos arrollamientos primario y secundario, que permiten transformar la energía eléctrica, con unas magnitudes de U-I determinadas, trabaja de acuerdo con el principio de la inductancia mutua entre dos bobinas o circuitos acoplados inductivamente (Fraile Mora , 2015, p. 240)., está conformado con un núcleo de hierro silicoso en el que se acoplan dos circuitos mediante una inducción magnética. Observase que los circuitos no están conectados físicamente, no hay conexión conectora entre ellos. A continuación, veremos sus componentes o aspectos constructivos de un transformador.

**Figura n°. 19.** Aspectos constructivos del transformador



Fuente: (Fraile, 2015, p. 247)

## **2.14. Implementación**

Son formas y métodos para llevar a cabo algo.

La palabra implementación permite expresar la acción de poner en práctica, medidas métodos, entre otras alternativas para concretar alguna actividad, plan o misión.

La implementación es una palabra que forma parte de nuestro lenguaje cotidiano y que entonces como tal la solemos emplear en diversos contextos y ámbitos, más aún en la industria.

### **2.14.1. Implementación de máquina**

“Es cuando creamos alternativas de mejora para poner en marcha una maquinaria (tecnología) en una empresa, cuando se dispone la aplicación de un plan para por ejemplo conseguir mejora en nuestros procesos, disminuyendo los tiempos muertos y aumentar las ventas”. (Hussein, 2015, p. 5).

## **2.15. Ejecución**

Es la etapa donde se materializa los aspectos descritos de un estudio técnico, pero soportado en la estructura organizacional para la implementación del proyecto y la financiación del mismo. Para esto es necesaria una gestión que facilite su terminación dejando listo para la iniciación o puesta en marcha. Por lo tanto, las actividades que se realizan corresponden en la implementación de tecnologías como la construcción de una máquina dobladora de aletas y se puedan clasificar en:

### **2.15.1. Administración de ejecución**

En donde se ejecutan todas las actividades propias de esta etapa.

### **2.15.2. Adquisición, adecuación y construcción de maquinaria**

Se realizan mediante actividades de compra, adecuadas mejoras y construcciones.

### **2.15.3. Adquisición de diseños básicos**

Tiene por objetivo tener diseño definitivo de los procesos de producción, con la finalidad de implementar las necesidades que se requiere.

Construcción y montaje: corresponden al ensamblado de la implementación de la maquinaria soportado por planos y diseños de ingeniería.

### **2.15.4. Selección y contratación y entrenamiento del personal**

Al implementar una maquinaria es necesario capacitar y contratar personal para el buen manejo de esta.

### **2.15.5. Realización de pruebas de equipo e instalaciones puesta en marcha**

Es una actividad fundamental para verificar y tener la seguridad que todo está listo o de acuerdo a lo planeado. Así ejecutar la implementación correcta.

### **2.15.6. Ejecución presupuestal**

Corresponden a todo el movimiento de desembolso de ingresos que se efectúan para el desarrollo de la etapa de ejecución y operación de la maquinaria. Para el control de ejecución y operación de trabaja básicamente el cronograma de inversiones y el plan operativo. Para el control contable se utiliza la ejecución presupuestal, que esta basad en los gastos por periodo.

## **2.16. Empresa**

### **2.16.1. Definición**

El concepto de empresa refiere a una organización o institución, que se dedica a la producción o prestación de bienes o servicios que son demandados por los consumidores; obteniendo de esta actividad un retorno económico, es decir, una ganancia. Para el correcto desempeño de la producción estas se basan en planificaciones previamente definidas, estrategias determinadas por el equipo de trabajo.

El éxito de una empresa requerirá de objetivos claros y bien establecidos, además de una misión preestablecida. Por otra parte, estas deberán definir las políticas y los reglamentos según los cuales van a manejarse. Sin embargo, más allá de las reglamentaciones que decidan en forma interna e informal, deberán regirse ante todo según las leyes que determinen la regulación de su actividad y funcionamiento en la jurisdicción en la que estas operen.

## 2.17. Definición de términos básicos

**Proceso.** Conjunto de actividades enlazadas entre sí que, partiendo de uno a más inputs (entradas) los transforma, generando un output (resultado).

**Orden de Trabajo (OT).** Es un documento por escrito, que se entrega al operario para la realización de la fabricación de un producto o servicio, ésta orden de trabajo debe contener la fecha de expedición y ejecución, una vez ejecutadas, debe ser archivada para futuros estudios.

**Rentabilidad.** Hace referencia a las ganancias económicas que se obtiene mediante determinados recursos e inversión, en este caso por la venta de trabajos realizados (fabricación de tanques para transformadores de distribución)

**Indicadores.** Elementos que se utilizan para señalar datos fijos que se consideran en el estudio o análisis de una cuestión.

**Stakeholders.** Es una palabra del inglés que, en el ámbito empresarial, significa 'interesado' o 'parte interesada', y que se refiere a todas aquellas personas u organizaciones afectadas por las actividades y las decisiones de una empresa.

**Keisen.** Cambio a mejor o mejora en japonés, es traducido literalmente en español como "mejora continua" o "automejora" pero en la civilización occidental también engloba el concepto de un método de gestión de la calidad muy conocido en el mundo de la industria.

**KVA.** Es una abreviatura de electricidad llamado (kilovoltiamperio), designa la potencia aparente de un aparato eléctrico de características principalmente inductivas cuando funciona con corriente alterna. la suma de la potencia útil total que se genera del calor que esta produce para al final transformarse en energía eléctrica.

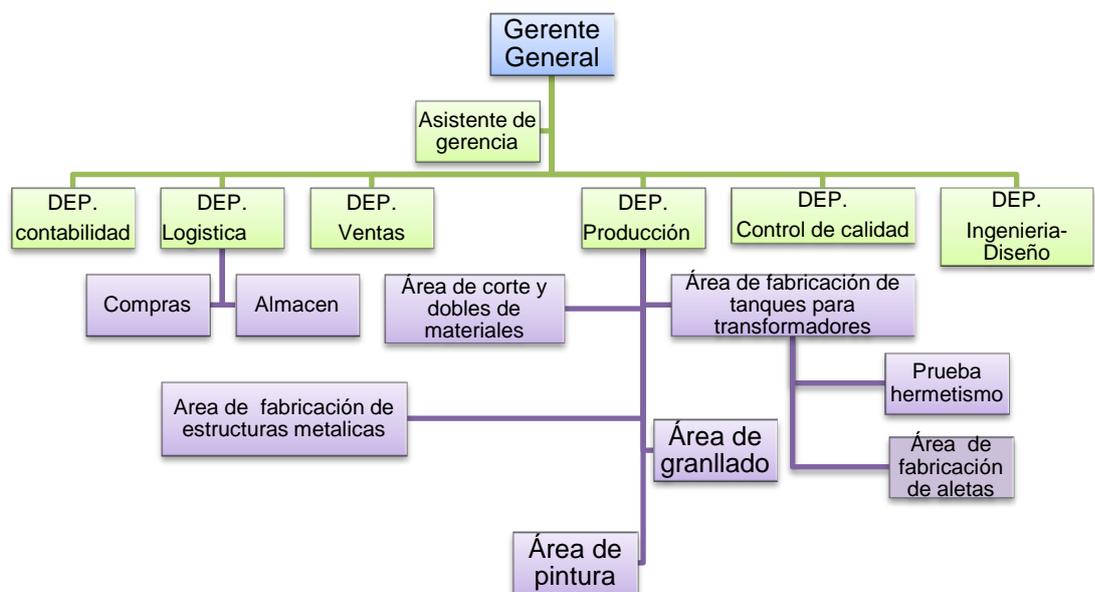
**Layout.** Representación gráfica de la distribución en planta de los equipos e instalaciones, incluye los espacios para flujo de materiales, personas y actividades de compañía

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO

### 3.1. Organización

IMMECS S.A.C., es una empresa en proceso de crecimiento fue creado el 14 de marzo del 2015, tiene como actividad principal, la fabricación, servicio, comercialización de estructuras metálicas y especialistas en tanques para transformadores de (potencia, baja y media tensión), estructuras para sub estaciones, tableros y equipos electromecánicos en general, marcando la diferencia por la calidad de servicio, siempre al día con los conocimientos brindando los mejores servicios en el ámbito de la Ingeniería, electricidad, Metal Mecánica y construcción, ubicado en calle los alhelíes mz. C. Lt. 29 Víctor Raúl Independencia-Lima.

Figura n°. 20. Organigrama de la empresa IMMECS S.A.C.



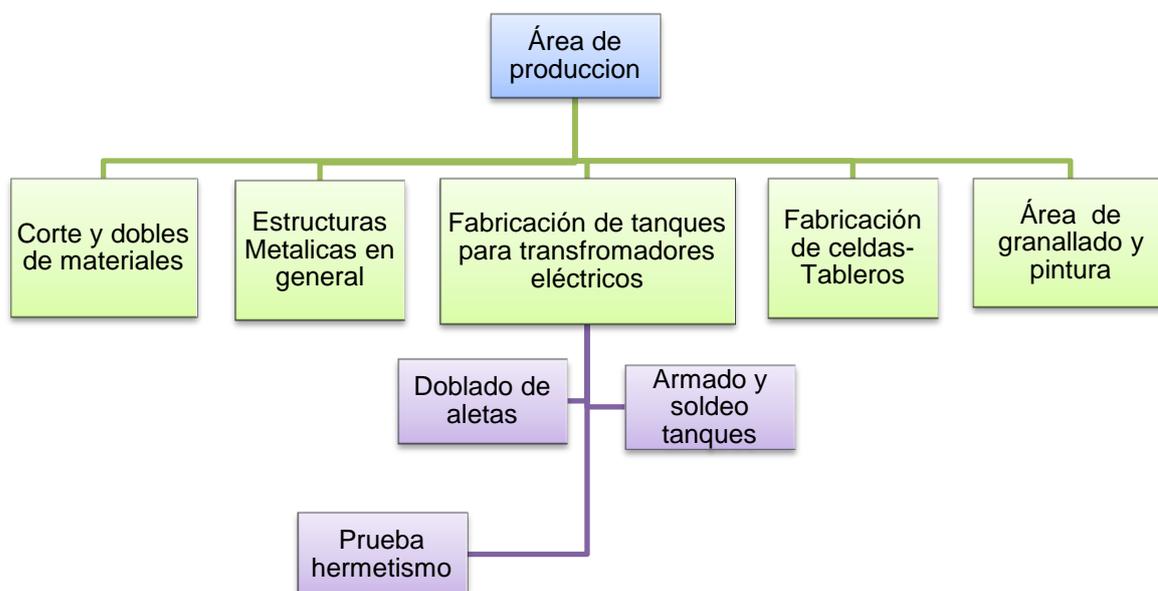
Fuente: IMMECS S.A.C.

### 3.2. Área de producción

Es esta área cuenta con varias sub áreas y existen diversos equipos que intervienen en el proceso

Productivo, a continuación, se mencionará las áreas de producción:

**Figura n°. 21.** Organigrama de área de producción de la empresa IMMECS S.A.C.



Fuente: IMMECS S.A.C.

### 3.2.1. Productos y servicios que elabora la organización.

La empresa realiza los siguientes servicios y productos:

Tabla n° 4. Ejemplo de indicadores de desempeño de proceso

<b>PRODUCTOS Y SERVICIOS DE LA EMPRESA IMMECS S.A.C.</b>			
<b>ITEM</b>	<b>PRODUCTOS</b>	<b>ITEM</b>	<b>SERVICIOS</b>
1	Tanque de potencia con radiadores	1	Asistencia tecnica en ingenieria
2	<b>Tanque de distribucion aleteado (Tema de estudio)</b>	2	Ingenieria y diseño
3	Tanque de distribucion monofasico	3	Asistencia tecnica de estructura metálicas
4	Tanque trafomix-medida	4	Montaje de estructuras metálicas en general
5	Tanque tipo pedestal	5	Fabricacion y montaje de tuberías y o ductos
6	Tanque tipo boveda	6	Fabricacion y montaje de Tanques para depósitos
7	Cajuelas para transformadores secos	7	Tanques para Depósitos
8	Celdas-S/E	8	Fabricacion y montaje de plantas industriales
9	Envoltentes para transformadores encapsulados	9	Montajes de estructuras electromecanicos
10	Estructuras para tableros	10	Mantenimiento en general
11	Horno eléctrico para secado de transformadores	11	Fabricacion de techos
		12	Fabricacion y montaje de rejillas y tapas de ductos para obras de electrificación
		13	Cercos enmallados-tanto para obras civiles y electrificación
		14	Servicio de proceso de soldeo GTAW- para trabajos en acero inoxidable.
		15	Servicio de granallado y pintura

Fuente. Elaboración propia

### **3.3. Análisis general de la empresa**

En el análisis de la empresa tendremos varios aspectos que diferencian del uno al otro tales como: El tamaño, ubicación geográfica, métodos de sus procesos productivos, distribución de sus maquinarias, recursos humanos, antigüedad, etcétera.

Mediante ello se buscará recopilar información actual, para ver de cómo está compuesta la empresa, que tipo de maquinaria intervienen en el proceso productivo, donde se encuentra ubicada, el tamaño de la empresa, para saber si cuenta con todas las áreas para el proceso y las maquinarias necesarias para dicho proceso, y también cuáles son sus procedimientos o procesos de fabricación de tanques para transformadores aleteado.,

Desde nuestro punto de vista estableceremos 4 tipos de análisis: El primer análisis estudiará desde el entorno y de su política general de la empresa. El segundo análisis estudiará tamaño de la empresa, el tercer estudiará aspectos propios de la empresa en la cual veremos el ritmo de actividad de fabricación de tanques aleteado, distribución de planta actual y el cuarto estudiará la descripción de proceso, en ello se verá el proceso actual de fabricación de tanques aleteado, análisis de DAP de tanques aleteado, la evolución de producción de tanques, necesidad del cliente y nivel de cumplimiento.

#### **3.3.1. Entorno y política general de la empresa**

##### **3.3.1.1. Entorno empresarial**

El entorno o la ubicación geográfica es muy importante para la empresa, para que tenga fácil acceso a diferentes servicios o productos que fabrica, además de ello tener fácil vínculo con las demás empresas que requieran de su servicio así mismo tendrá fácil comunicación en diferentes aspectos que realiza la empresa. Lo ideal es que una empresa debe de estar en un parque industrial.

Tal como se menciona, si la empresa se encuentra ubicada lejos de un parque industrial, a las afueras de la ciudad, el acceso a talleres, a venta de materiales primas, entre otros será mucho más complicado, esto conlleva a generar tiempos muertos y por ende pérdidas económicas.

Nuestro caso la empresa Immeccs S.A.C. se encuentra ubicada en Comas – Trapiche.

Según este análisis detallaremos la descripción y caracterización del proceso que se debe mejorar, identificar oportunidades y recursos que rodean la empresa como los posibles problemas con que podemos encontrarnos, y con ello comprender el problema

Según nuestro caso la empresa Immeccs S.A.C. se encuentra ubicada en Comas - Trapiche

### 3.3.1.2. Política general de la empresa

- Immeccs s.a.c. establece como política, fomentar la satisfacción de las necesidades de sus clientes mediante la fabricación de productos de acuerdo a sus requerimientos técnicos y plazos de entrega establecidos con un nivel de cumplimiento al 100%. Y así obtener utilidades del 25% de productos vendidos (tanques para transformadores aleteado)
- Brindar un servicio a través de un sistema de gestión de calidad que permita satisfacer las necesidades de sus clientes y además lograr el mejoramiento continuo de sus procesos productivos. Por medio de un equipo motivado y comprometido otorgando un servicio de excelencia, procurando que sus colaboradores incorporen el concepto de calidad en la ejecución de sus tareas, evitando de ésta manera las no conformidades de sus clientes, generando un compromiso y satisfacción en las personas que integran la empresa.
- Todas las decisiones y acciones se orientan hacia el logro de ésta política, mediante un sistema de Gestión de Calidad basado en la mejora continua.

### 3.3.2. Tamaño de empresa.

El tamaño de la empresa se puede identificar por el número de personas que tenga trabajando, la cual justificara el tamaño de instalación que tiene y la distribución de maquinaria necesaria para cubrir la demanda o requerimiento de sus clientes. El valorar el tamaño de una empresa no es nada fácil, pero en este caso podemos ayudarnos de la tabla que se presenta a continuación, que es una forma fácil y rápida.

**Tabla n° 5.** Identificación de tamaño de empresa de acuerdo a la cantidad del personal

TAMAÑO	CANTIDAD DE EMPLEADOS	NIVELES DE VENTAS ANUALES
Micro Empresa	1-10	150 UIT
Pequeña Empresa	10-50	150-1700 UIT
Mediana Empresa	50-250	1700-2300UIT
Gran Empresa	250 A MAS	3000UIT

*Fuente. Elaboracion propia*

En nuestro caso la empresa immeecs s.a.c. es una micro empresa, conformado por 9 trabajadores.

### **3.3.3. Aspectos propios de la empresa**

#### **3.3.3.1. Ritmo de actividad de fabricación de tanques aleteado**

Dentro del movimiento de la actividad, depende de las inversiones y la ejecución de proyectos del estado y de las grandes empresas vinculados a nuestro rubro, pero en la actualidad hay muchas inversiones que nos da la alta demanda de la fabricación y servicios y podemos mencionar que la actividad es permanente. La actividad permanente de la empresa se da cuando esta no depende de un periodo específico del año para su producción o ventas, y por otro lado la actividad estacional es aquella que como su nombre lo dice depende propiamente de un periodo específico del año, como ejemplo podemos tener campañas Navideñas, escolares.

El ritmo de la actividad de producción de nuestra empresa en el área de fabricación de tanques de transformadores aleteado es permanente.

#### **3.3.3.2. Distribución de planta actual de proceso productivo de Immeecs s.a.c.**

En la actualidad la empresa cuenta con un local alquilado, por un periodo de 3 años, con un área de 375m<sup>2</sup>, el local consta con construcción de material noble las paredes 1 frontal y 1 lateral, y las demás paredes en (L) con material metálica, y techo parabólico y un área de segundo nivel construida mediante estructuras metálicas de 30m<sup>2</sup> que conforma la oficina de la empresa.

Para la distribución y ubicación de maquinaria en la empresa se realizó un plano con las características, en donde se especifica el nombre y línea de producción física actual.

A continuación, observamos la distribución de planta y maquinarias en el área de producción.



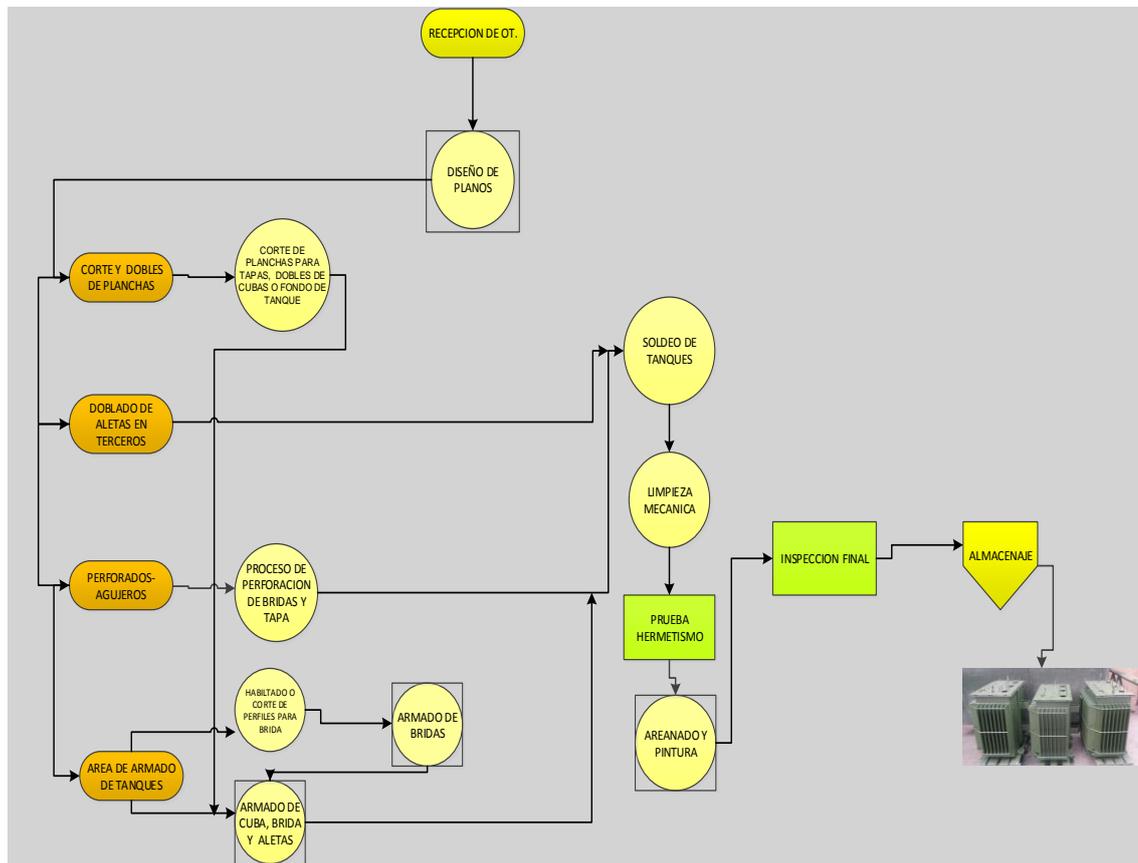


### 3.3.4. Descripción de proceso

#### 3.3.4.1. Proceso actual de fabricación de tanques aleteado

Los procesos para la fabricación de tanques modelo aleteado están divididos en varios pasos, como primer paso diseñar el plano, segundo proceso de corte de materiales o llamado también habilitado de materiales, terceros dobles de aleta y cuba (fondo) el proceso de doblado de aletas se realiza con una máquina dobladora manual, cuarto armado de estructura tanque, quinto soldeo de tanque, sexto limpieza mecánica, séptimo prueba hermetismo, octavo arenado, noveno pintado y obtenemos producto final, a continuación mostramos el diagrama de proceso actual y en el (anexo n° 4 observamos el diagrama de proceso propuesto).

Figura n°. 23. Proceso de fabricación de tanques aleteado



Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.4.2. Análisis DAP de tanques aleteado

En la siguiente tabla se observará el diagrama actual de proceso de tanques aleteado de dos potencias.

**Figura n°. 24.** Diagrama actual de proceso de fabricación de tanques aleteado  
(primera parte)

DAP ACTUAL FABRICACION DE TANQUES		OPERACIÓN/MATERIAL/EQUIPO-EMPRESA IMMECS SAC			
DIAGRAMA N° 1	DIAGRAMA N° 2	RESUMEN			
<b>OBJETIVO:</b> Fabricacion de tanques aleteado de 75kva-100kva  <b>Proceso:</b> Industrial <b>Metodo :</b> Actual propuesto. <b>Lugar :</b> Todo el taller <b>Operario:</b> Un maestro y un ayudante  <b>Elaborado por:</b> Wilder Sarmiento Rojas	<b>ACTIVIDAD</b>		<b>ACTUAL</b>	<b>PROPUESTO</b>	<b>ECONOMIA</b>
	Operación 		30		
	Transporte 		11		
	Espera 		3		
	Inspección 		16		
	Almacén 		2		
	Distancia	Metros	3095		
	Tiempo	Minutos- Horas	3749min-62.48h		
	<b>Costo total de tanque + IGV</b>		<b>S/1,700.00</b>		
	<b>Mano de obra</b>		<b>S/450.00</b>		<b>Cf = 120 s/</b>
<b>Material</b>		<b>S/620.00</b>		<b>Utilidad 25%</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>S/1,360.00</b>		<b>C.V(servicios) =170</b>	
		<b>Sinbolos</b>			<b>Obsevaciones</b>
<b>Descripción</b>	<b>C.unid</b>	<b>Dist( mt)</b>	<b>Tiempo (minutos)</b>	    	
Recepcion de O.T.					
1 Elaboracion de diseño-plano			240		
2 Material almacenado					Material, laminas metalicas
3 Llevar al area de corte, dobles y rolado		15	5		Corte de material (planchas)
4 Verificar el plano antes de cortar y doblar			5		
5 Corte materiales, para doblado y rolado			70		Planchaso kaminas
6 Verificar el corte y dobles			10		Dobles cuba de tanque y rolado
7 Recoger corte y dobles		15	5		
8 Cortar los perfiles			40		Canales U (para patas) y angulos (para marco y tapa)
9 Verificar los cortes de perfiles			5		Inspección
10 Trazo de canal "U" para perforacion			10		Perfiles
11 Armado de marco			30		Con angulos
12 Trazo de plancha para tapa			10		
13 Verificacion de trazo tapa			5		Inspección
14 Union de tapa y marco			5		Con punto de soldadura
15 Llevar al taladro		10	2		La tapa unida a marco y canales "U" trazadas
16 Taladrar tapa y patas (canal u)			50		
17 Inspeccion de huecos taladrados			5		Inspección
18 Despuntalar tapa y marco			8		
19 Llevar al area de oxicorte la tapa			3		
20 Cortar con oxicorte			25		Realizar agujeros en la tapa.
21 Verificar corte			5		Inspección
22 Limpieza mecanica de corte tapa			20		Esmerilado
Llevar plancha para realizar el dobladora de aletas- Espera	54 aleta	1500	120		Trabajo en terceros
24 Espera de aletas-doblado en terceros			1440		
25 Recoger aletas de terceros		1500	120		

Fuente: *Elaboración propia*

**Figura n°. 25.** Diagrama actual de proceso de fabricación de tanques aleteado  
(segundo parte)

26	Verificar la aletas recojidas			8						Inspección	
27	Pasar matriz de sierra en la punta de aletas para el soldeo			20							
28	Unir las aletas para completar los paños según el diseño			40						union con soldadura	
29	Inspeccionar la soldadura y cantidad de aletas unidas			5						Inspección	
30	Soldar el conservador			40							
31	Verificar la soldadura			5						Inspección	
32	Trazar para realizar agujeros en el conservador			10							
33	Pasar oxicorte			20							
34	Limpieza mecanica de agujeros			10						Esmerilado	
35	Verificacion de corte			5						Inspección	
36	Llevar materiales habilitado al area de armado			3						Cuba, aletas, marco y patas	
37	Armado de tanque			100							
38	Inspeccion de armado de tanque			20						Inspección	
39	Soldeo de tanque			10							
40	Inspeccion de soldadura de tanque			10						Inspección	
41	limpieza mecanica de tanque									Limpieza de sapicacuras de soldadura	
42	Armado de tapa			60							
43	soldeo de tapa			25						Montaje con rolado	
44	verificacion de tapa			5						Inspección	
45	Tapado de agujeros con empaquetaduras para prueba hermetismo			30							
46	Prueba hermetismo			90						Proceso y inspección	
47	Destapar despues de la prueba			30							
48	Llevar al area de arenado	20		10							
49	Arenar			40							
50	Recoger de arenado	20		10							
51	Verificar arenado			5						Inspección	
52	Limpiar la suciedad de arenado			20							
53	Llevar area de pintura	5		2							
54	Pintar base tanque y tapa			50							
55	Espera de secado de pintura			300						El color que pide el cliente	
56	Verificacion pintura base			5						Inspeccion de pintura base	
57	Pintar acabado tanque y tapa			40							
58	Espera de secado de pintura acabado			460							
59	Inspeccion final			20						Inspeccion visual y espesor de pintura	
60	Llevar al area de almacenaje	10		3						Almacenar	
61	Producto teminado almacenaje									Tanque acabado producto final	
<b>TOTAL</b>				<b>3095</b>	<b>3749</b>	<b>30</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	

Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.4.3. Evolución de la producción de tanques

A continuación, mostraremos el comportamiento de ventas por unidad de tanques aleteado en el año 2017.

**Tabla n° 6.** Cantidad de tanques fabricadas

Mes	Unidad de tanques fabricadas
2017	
Enero	16
Febrero	12
Marzo	18
Abril	21
Mayo	17
Junio	20
Julio	21
Agosto	22
Setiembre	18
Octubre	21
Noviembre	20
Diciembre	26
<b>TOTAL</b>	<b>232</b>

*Fuente. Elaboracion propia*

**Tabla n° 7.** Crecimiento de producción de tanques



*Fuente. Elaboración propia*

#### **3.3.4.4. Necesidades del cliente.**

Para conocer los requerimientos o necesidades del nuestro cliente, se realizó una breve encuesta, dirigido a los jefes de producción y otros

Donde se formula las preguntas, respecto al cumplimiento de fecha de entrega de producto, calidad de producto y cantidad.

El cuestionario de evaluación, tuvo una escala de 1 a 4 donde:

- 1.- No importante
- 2.- Poco importante
- 3.- Importante
- 4 - Muy importante.

Se presentan en resumen los resultados de las encuestas. (Véase anexo n ° 7, Datos de encuesta de necesidad del cliente).

Según los datos obtenidos con la encuesta definimos que, para la primera pregunta, el cumplimiento de las fechas establecidas en la entrega de producto, es muy importante para todo nuestro cliente, que se cumpla a un 100%.

Respecto a la pregunta 2, producto de calidad, definimos que el cuestionario, muy importantes es un total de 32 que equivale un 100%, entonces que el producto de calidad sea importante es un total de 6 que equivale el 18.75%. Quiere decir que en este aspecto los resultados del producto en calidad sean manejables.

Respecto a la pregunta 3, producto entregado en calidad y cantidad, definimos que el cuestionario, muy importante es un total de 28 que equivale un 100%, entonces que el producto de calidad sea importante es un total de 9 que equivale el 32.14%. Quiere decir que en este aspecto los resultados del producto en calidad y cantidad son manejables al igual que la pregunta dos.

Para ello observaremos el indicador de cumplimiento de entrega de tanques aleteado.

#### **3.3.4.5. Indicador de nivel Fabricación y entrega de tanques aleteado**

En la (tabla n° 8, se muestran el nivel de cumplimiento de los pedidos en la fabricación de tanques aleteado). Dicha incidencia corresponde al tiempo de espera en doblado de aletas, por tanto, puede significar retraso en el cumplimiento de la entrega del producto terminado

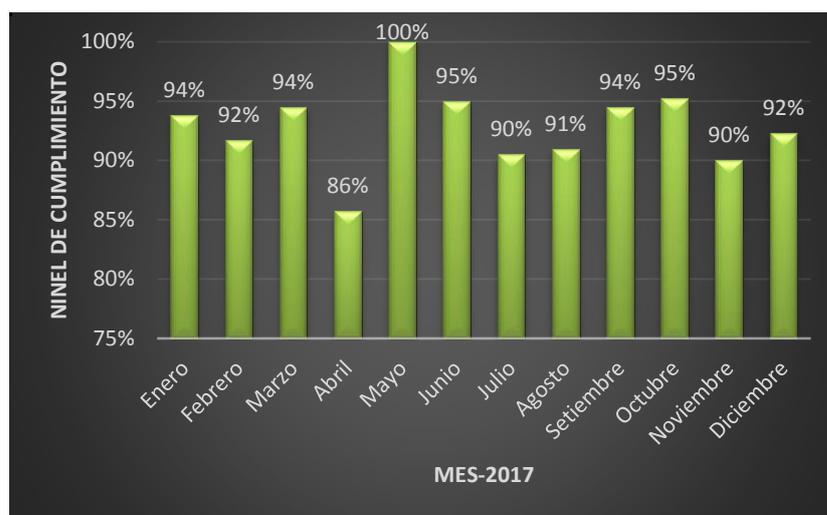
según fecha pactada, además podría generar pérdida de ventas y retraso en proceso de producción, quiere decir que por retraso interno de la empresa sería generar sobre tiempo ocasionando sobre gastos.

**Tabla n° 8.** Indicador de nivel de cumplimiento de tanques aleteado en la empresa Immecc s.a.c en año 2017

Mes	Lima			
	Total N° pedidos	Entregas a tiempo	Entregas atrasadas	Nivel de cumplimiento
Enero	16	15	1	94%
Febrero	12	11	1	92%
Marzo	18	17	1	94%
Abril	21	18	3	86%
Mayo	17	17	0	100%
Junio	20	19	1	95%
Julio	21	19	2	90%
Agosto	22	20	2	91%
Setiembre	18	17	1	94%
Octubre	21	20	1	95%
Noviembre	20	18	2	90%
Diciembre	26	24	2	92%
<b>Total</b>	<b>232</b>	<b>215</b>	<b>17</b>	<b>93%</b>

Fuente: Elaboración propio

**Tabla n° 9.** Nivel de cumplimiento entrega de pedidos

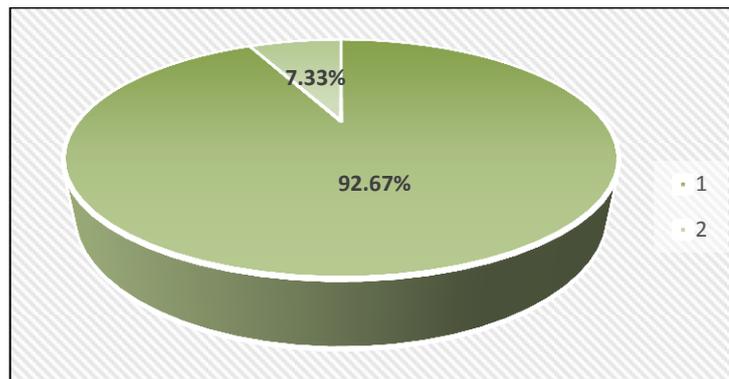


Fuente: Elaboración propia

Según los datos de nivel de cumplimiento en la entrega de los tanques el 7.33% del total de pedidos despachados a nuestros clientes en Lima, hace referencia la entrega de pedido fuera de tiempo.

Y el 92.67% hace la referencia del cumplimiento de la entrega a tiempo, mediante estas cifras obtenidas el nivel de cumplimiento es manejable.

**Tabla n° 10.** Nivel de cumplimiento total de tanques en porcentaje.



*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4. Análisis para el mejoramiento del área de estudio

En el estudio que realizaremos a continuación utilizaremos la metodología de los 7 pasos de Kaizen, con ello se buscare la descripción y caracterización del proceso que se debe mejorar, identificación de oportunidades de mejora (problemas), seleccionar el problema principal, comprender el problema, elaborar actividades para el desarrollo, analizar causa raíz, proponer la solución del problema, verificar resultados.

#### 3.4.1. Paso uno: Selección de problemas

Un problema es un resultado que no se ajusta satisfactoriamente al estándar o meta establecida. Como primer paso es necesario identificar cuáles son los problemas principales u oportunidad de mejora en el área de fabricación de tanques aleteado.

Entre los problemas encontradas se describe los siguientes:

- **Falta de máquina dobladora de aletas.** El problema es por no contar con una máquina.
- **Tiempos de espera y/o tiempos muertos.** Ocasionado por envió a terceros el doblado de aletas.

- **Sobre gastos.** Envío y recojo de materiales para el proceso de doblado de aletas es realizado por transporte externo y adicionalmente los altos costos para el proceso de doblado de aletas.
- **Deficiencia en las aletas.** Fabricadas por terceros
- **Desorganización de área de producción.** La distribución inadecuada incurre en el proceso.
- **Retraso de producto terminado.**
- **Desorden en la planta.**
- **Áreas en desuso-Materiales obsoletos.**
- **Falta de capacitación del personal.** Ya que hasta el momento el personal desconoce el proceso de doblado de aletas.
- **Falta de equipos menores.**
- **Falta de políticas de proceso productivo.**
- **Desorganización en la entrega de órdenes de trabajo.**

Luego de haber realizado el análisis e identificado los problemas, establecemos aquellas que son principales. En el paso tres observaremos con detalle el desarrollo de la encuesta de los problemas principales encontradas.

#### **3.4.2. Paso dos: Comprender el problema y establecer meta**

Es necesario comprender de manera clara el impacto del problema seleccionado y determinar el alcance de dicho problema y de esa manera dar una solución mediante recursos asociados.

A continuación, mostramos el impacto económico de las ventas y gastos del 2017.

Tabla n° 11. Ventas de tanques aleteado IMMECS S.A.C. 2017

VENTAS IMMECS S.A.C 2017					
Mes	N° tanques fabricadas	Cantidad de aletas usadas	Costo unitario de aletas-tercero	Costo total de aletas	Ventas
Enero	16	604	S/3.50	S/2,114.00	S/25,760.00
Febrero	12	278	S/3.50	S/973.00	S/51,912.50
Marzo	18	648	S/3.50	S/2,268.00	S/15,137.50
Abril	21	498	S/3.50	S/1,743.00	S/14,087.50
Mayo	17	428	S/3.50	S/1,498.00	S/68,040.00
Junio	20	433	S/3.50	S/1,515.50	S/22,162.50
Julio	21	735	S/3.50	S/2,572.50	S/35,377.33
Agosto	22	698	S/3.50	S/2,443.00	S/12,987.50
Setiembre	18	470	S/3.50	S/1,645.00	S/26,650.00
Octubre	21	610	S/3.50	S/2,135.00	S/45,212.50
Noviembre	20	704	S/3.50	S/2,464.00	S/33,297.45
Diciembre	26	963	S/3.50	S/3,370.50	S/29,137.50
<b>TOTAL</b>	<b>232</b>	<b>7069</b>		<b>S/24,741.50</b>	<b>S/379,762.28</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 12. Gastos de transporte IMMECS S.A.C. 2017

Gastos de transporte			
Mes	N° traslados aletas	Costo unitario de transporte	Costo Total
Enero	26	S/50.00	S/1,300.00
Febrero	22	S/50.00	S/1,100.00
Marzo	28	S/50.00	S/1,400.00
Abril	31	S/50.00	S/1,550.00
Mayo	27	S/50.00	S/1,350.00
Junio	30	S/50.00	S/1,500.00
Julio	31	S/50.00	S/1,550.00
Agosto	34	S/50.00	S/1,700.00
Setiembre	28	S/50.00	S/1,400.00
Octubre	31	S/50.00	S/1,550.00
Noviembre	30	S/50.00	S/1,500.00
Diciembre	38	S/50.00	S/1,900.00
<b>Total</b>	<b>356</b>		<b>S/17,800.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Mediante estos datos de ventas y gastos de transporte ocasionado en el proceso de doblado de aletas, establecemos como meta para nuestro variable económico, reducir a 100% el gasto de transporte y reducir costo de doblado de aletas a un 45%, reducir tiempo de espera en actividades de proceso a 60%, y establecer la proyección de venta unitaria 254 unidades de tanques de 50-100 kva, en un periodo de un año.

### 3.4.3. Paso tres: Elaborar actividades de desarrollo.

En este paso se verá la colecta de datos para el análisis de causa raíz, y mediante eso desarrollar y seleccionar las mejores alternativas para la mejora. Para esto se hace uso de la opinión de los expertos del área y/o trabajadores y se realizan ponderaciones.

- Jefe de planta (JP).
- Supervisor de producción (SP).
- Jefe de control de calidad (JCC).
- Logístico (L).

Se pidió respuesta de los expertos con una calificación de 1-5 de los problemas principales, tomando las siguientes clasificaciones:

- 1: Muy leve.
- 2: Leve.
- 3: Regular.
- 4: Grave.
- 5: Muy Grave.

**Tabla n° 13.** Ponderación de los problemas.

Item	Problemas	Calificaciones				Total
		JP	SP	SCC	L	
<b>Personal</b>						<b>9</b>
1	Desconoce el proceso de doblado de aletas	3	3	2	1	9
<b>Máquina</b>						<b>52</b>
1	Falta de dobladora de aletas	5	5	5	5	20
2	Falta de equipos menores	1	2	1	1	5
3	Tiempos muertos por espera de llegada de aletas dobladas por terceros	5	5	5	3	18
4	Demora en la entrega de producto terminado por retraso de entrega de aletas	1	2	1	1	5
5	Deficiencia en las aletas fabricadas por terceros	1	1	1	1	4
<b>Distribución de planta productivo</b>						<b>18</b>
1	Mala Distribución de máquinas en la planta productivo	1	2	2	1	6
2	Falta organización en las ubicaciones de maquinarias	1	1	1	1	4
3	Áreas en desuso por materiales obsoletas	2	3	1	2	8
<b>Metodo</b>						<b>11</b>
1	Falta políticas de proceso productivo	1	2	1	1	5
2	Desorganización en la entrega de órdenes de trabajo.	1	2	1	2	6

Fuente. Elaboración propia

**Tabla n° 14.** Diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia

Después de haber realizado las evaluaciones de los problemas principales, llegamos a la conclusión de que el problema de mayor frecuencia es la falta de maquinaria y distribución de planta.

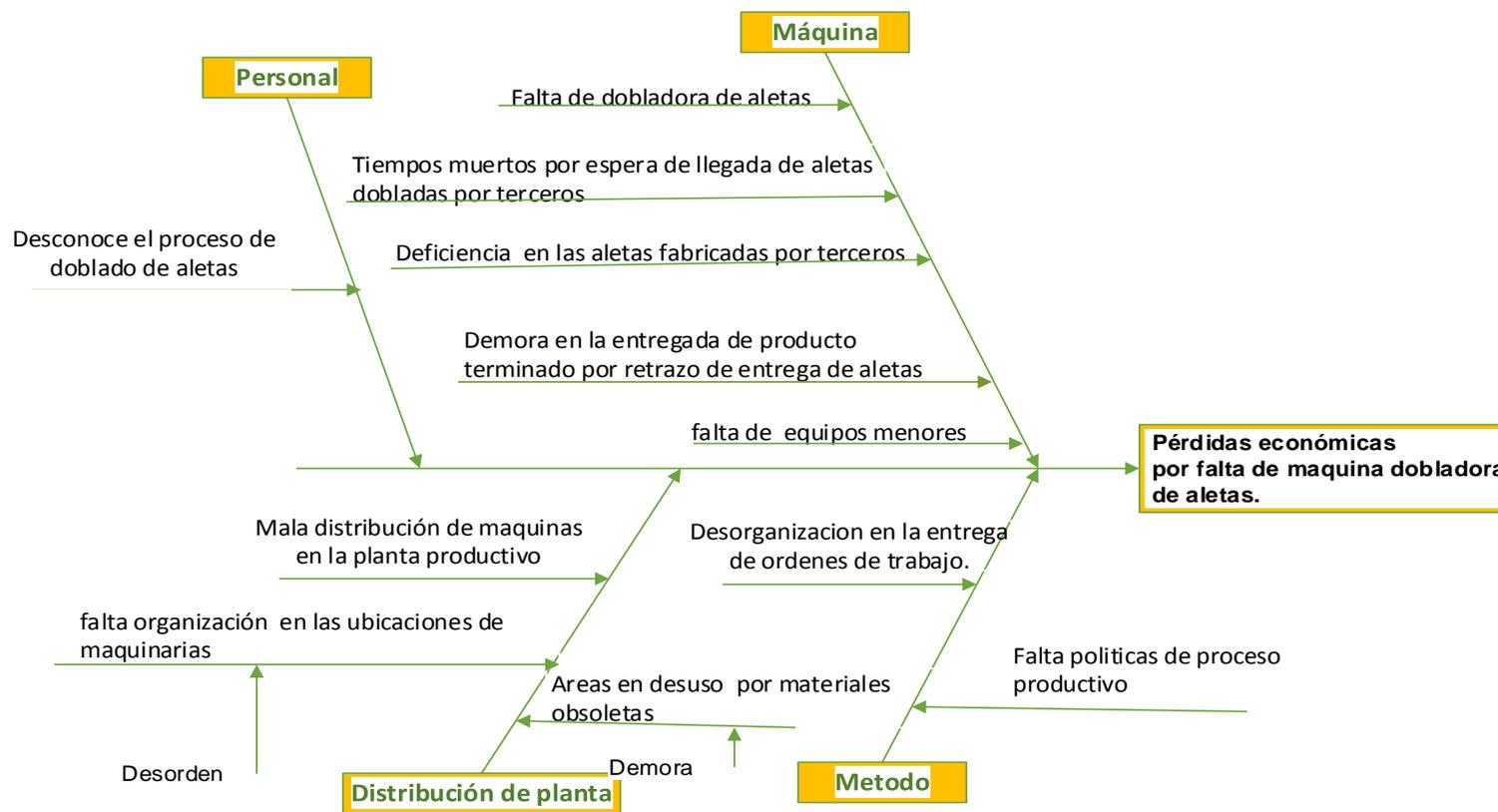
Ya que en la actualidad el proceso de doblado de aletas el 100% se ejecuta mediante servicios externos la cual genera gastos y tiempos muertos para la empresa.

#### 3.4.4. Paso cuatro: Análisis Causa – Efecto

El análisis de diagrama de causa y efecto nos ayuda establecer las causas principales.

Observe la (figura 26, el diagrama de causa – efecto).

**Figura n°. 26.** Diagrama causa - efecto (proceso productivo de tanques aleteado)



Fuente: Elaboración propia

Después de realizar el análisis de la causa, analizaremos la criticidad de las causas raíz, para ello estableceremos la frecuencia y el impacto que ocasiona dicha causa, (véase la tabla n° 15, análisis de criticidad de las causas encontradas).

**Tabla n° 15.** Análisis de criticidad de causas

N°	Causa	Frecuencia	Impacto	Efecto(F*I)
2	Desconoce el proceso de doblado de aletas	3	6	18
1	Falta de máquina dobladora de aletas	3	8	24
10	Falta de equipos menores	1	2	2
3	Tiempos muertos por espera de llegada de aletas dobladas por terceros	3	6	18
4	Demora en la entrega de producto terminado por retraso de entrega de aletas	3	6	18
6	Deficiencia en las aletas fabricadas por terceros	3	4	12
7	Mala distribución de máquinas en la planta productivo	2	6	12
5	Falta organización en las ubicaciones de maquinarias	3	6	18
8	Áreas en desuso por materiales obsoletas	3	4	12
11	Falta políticas de proceso productivo	1	2	2
9	Desorganización en la entrega de órdenes de trabajo.	2	2	4
<b>Total</b>				<b>140</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla n° 16.** Puntuaciones frecuencia e impacto.

Frecuencia	Puntaje	Impacto	Puntaje
Muy frecuente	3	Muy alto impacto	8
Frecuente	2	Alto impacto	6
Poco frecuente	1	Impacto medio	4
		Bajo impacto	2

*Fuente: Elaboración propia*

Después de realizar la criticidad elaboramos el diagrama de Pareto para clasificar la causa raíz principal, para tener una orientación para establecer las alternativas de solución.

**Tabla n° 17.** Cuadro de diagrama de Pareto-causa raíz.

Causa	Efecto( F*I)	%	Acumulado	% Acumulado
1	24	17.14%	24	17.14%
2	18	12.86%	42	30.00%
3	18	12.86%	60	42.86%
4	18	12.86%	78	55.71%
5	18	12.86%	96	68.57%
6	12	8.57%	108	77.14%
7	12	8.57%	120	85.71%
8	12	8.57%	132	94.29%
9	4	2.86%	136	97.14%
10	2	1.43%	138	98.57%
11	2	1.43%	140	100.00%
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>100%</b>		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n° 18.** Diagrama de pareto-causa raíz.



Fuente: Elaboración propia

Después de haber realizado el análisis causa raíz, clasificamos las causas por su mayor efecto, y definimos los siguientes:

- Falta de máquina dobladora de aletas.
- Mala distribución de planta.

Para ello presentaremos las alternativas de solución.

### **3.4.5. Paso cinco: Propuesta de mejora**

Después de realizar el diagnóstico de los procesos, se plantean las soluciones de los problemas. En primer lugar, se pretende realizar la implementación mediante la adquisición o compra de una máquina dobladora de aletas. En segundo lugar, realizar la adecuada distribución de planta de proceso productivo para el buen manejo en las operaciones productivas, mediante el uso de la herramienta 5S.

#### **3.4.5.1. Mejoras en el proceso productivo de tanques aleteado**

Según el análisis de causa se necesita reducir tiempos muertos y sobregastos en el proceso de fabricación de tanques modelo aleteado, generados en el proceso de doblado de aletas ocasionado por envío a terceros el servicio de doblado. Para ello se realizará la adquisición de una máquina dobladora, ya que teniendo una máquina propia el proceso de doblado se puede hacer en cualquier momento y así evitar los gastos innecesarios, y evitar pago de transportes.

En la (figura n° 27-28, detallaremos, el diagrama de actividades propuesto (DAP) mediante la adquisición de la máquina).

**Figura n°. 27.** DAP mejorado- proceso de fabricación de tanques aleteado  
(primera parte).

DAP PROPUESTO DE FABRICACION DE TANQUES				OPERACIÓN/MATERIAL/EQUIPO-EMPRESA IMMECS SAC					
DIAGRAMA N° 1		DIAGRAMA N° 2		RESUMEN					
OBJETIVO: Fabricación de tanques aleteado de 50kva-100kva		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA			
Proceso: Industrial		Operación 		30	32	Observaciones: con la compra de maquina se reduce los tiempos muertos y gastos generados por transporte y sobrepagos por doblado de aletas			
Metodo : Actual propuesto.		Transporte 		11	10				
Lugar :Todo el taller		Espera 		3	2				
Operario: Un maestro y un ayudante		Inspección 		16	16				
Elaborado por: Wilder Sarmiento Rojas		Almacén 		1	1				
		Distancia Metros		3095	100				
		Tiempo Minutos- Horas		3749min-62.48h	2302min-38.36h				
		Costo total de tanque sin IGV		S/1,700.00	S/1,700.00				
		Mano de obra		S/450.00	S/450.00	Cf = 120 s/			
		Material		S/620.00	S/620.00	Utilidad 25%			
		TOTAL		S/1,360.00	S/1,360.00	C.V(servicios) =170			
Descripción		C.unid	Dist( mt)	Tiempo (minutos)	Símbolos			Obsevaciones	
Recepcion de O.T.									
1	Elaboracion de diseño-plano			240					
2	Material almacenado								Material, laminas metalicas
3	LLevar al area de corte, dobles y rolado		15	5					Corte de material (planchas)
4	Verificar el plano antes de cortar y doblar			5					
5	Corte materiales, para doblado y rolado			70					Planchaso kaminas
6	Verificar el corte y dobles			10					Dobles cuba de tanque y rolado
7	Recoger corte y dobles		15	5					
8	Cortar los perfiles			40					Canales U (para patas) y angulos (para marco y tapa)
9	Verificar los cortes de perfiles			5					Inspección
10	Trazo de canal "U" para perforacion			10					Perfiles
11	Armado de marco			30					Con angulos
12	Trazo de plancha para tapa			10					
13	Verificacion de trazo tapa			5					Inspección
14	Union de tapa y marco			5					Con punto de soldadura
15	Llevar al taladro		10	2					La tapa unida a marco y canales "U" trazadas
16	Taladrar tapa y patas (canal u)			50					
17	Inspeccion de huecos taladrados			5					Inspección
18	Despuntalar tapa y marco			8					
19	Llevar al area de oxicorte la tapa			3					
20	Cortar con oxicorte			25					Realizar ajugeros en la tapa.
21	Verificar corte			5					Inspección
22	Limpieza mecanica de corte tapa			20					Esmerilado
23	Llevar planchas al lugar del doblado aletas		5	2					
24	Trazo de planchas para aletas	12 pl		15					Doblado en la maquina dobladora
25	Doblado de aletas	54		216					

Fuente: Elaboración propia

Figura n°. 28. DAP mejorado- proceso de fabricación de tanques aleteado (segunda parte).

26	Verificar la aletas			8					Inspección	
27	Pasar matriz de sierra en la punta de aletas para el soldeo			20						
28	Unir las aletas para completar los paños según el diseño			40					union con soldadura	
29	Inspeccionar la soldadura y cantidad de aletas unidas			5					Inspección	
30	Soldar el conservador			40						
31	Verificar la soldadura			5					Inspección	
32	Trazar para realizar agujeros en el conservador			10						
33	Pasar oxicorte			20						
34	Limpieza mecanica de agujeros			10					Esmerilado	
35	Verificacion de corte			5					Inspección	
36	Llevar materiales habilitado al area de armado			3					Cuba, aletas, marco y patas	
37	Armado de tanque			100						
38	Inspeccion de armado de tanque			20					Inspección	
39	Soldeo de tanque			10						
40	Inspeccion de soldadura de tanque			10					Inspección	
41	limpieza mecanica de tanque								Limpieza de salpicaduras de soldadura	
42	Armado de tapa			60						
43	soldeo de tapa			25					Montaje con rolado	
44	verificacion de tapa			5					Inspección	
45	Tapado de agujeros con empaquetaduras para prueba hermetismo			30						
46	Prueba hermetismo			90					Proceso y inspección	
47	Destapar despues de la prueba			30						
48	Llevar al area de arenado	20		10						
49	Arenar			40						
50	Recoger de arenado	20		10						
51	Verificar arenado			5					Inspección	
52	Limpiar la suciedad de arenado			20						
53	Llevar area de pintura	5		2						
54	Pintar base tanque y tapa			50						
55	Espera de secado de pintura			300					El color que pide el cliente	
56	Verificacion pintura base			5					Inspeccion de pintura base	
57	Pintar acabado tanque y tapa			40						
58	Espera de secado de pintura acabado			460						
59	Inspeccion final			20					Inspeccion visual y espesor de pintura	
60	Llevar al area de almacenaje	10		3					Almacenar	
61	Producto teminado almacenaje								Tanque acabado producto final	
<b>TOTAL</b>				<b>100</b>	<b>2302</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>2</b>

Fuente: Elaboración propia

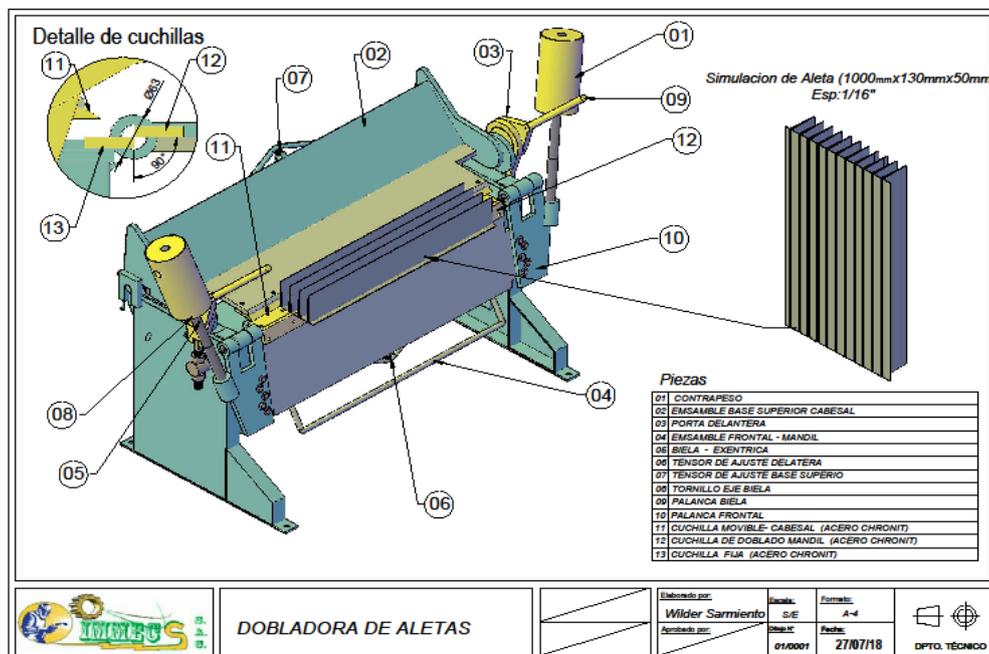
Según el análisis de DAP se redujo la actividad de espera en el proceso de doblado de aletas, al tener una máquina propia, por ende, el proceso de doblado tendrá una mejora en los tiempos.

- Tiempo de espera de proceso se reducirá de 3 749 minutos a 2 302 minutos, que equivale de un 100% una reducción de 38.59%.
- Y distancia de recorrido en las actividades se reduce de 3 095 mt a 100 mt, que equivale de un 100% una reducción de 96%.

### 3.4.5.2. Adquisición de máquina.

Para realizar la compra de una maquinaria debemos buscar costo y beneficio, en nuestro caso hay muchos proveedores o fabricantes de esa máquina, todos ellos tienen máquinas de las mismas características y de diferentes modelos, los costos que nos brindaron de la máquina dobladora modelo 1250D oscila entre 3 900 dólares a 4 500 dólares. Después de haber buscado las cotizaciones optamos por escoger la cotización n° 180-817 que se mostrara en la (tabla de anexo n°18, cotización de máquina dobladora modelo 1250D).

Figura n°. 29. Máquina dobladora simulando doblado de aletas



Fuente: Elaboración propia

- **Capacitación de personal.** Es necesario capacitar al personal para que tenga el conocimiento del buen manejo de la máquina en cuestión y proceso de doblado de aletas y además de ello se brindara información necesaria para el mantenimiento de la dobladora, para ello se necesitara un experto, llámese Ing. o especialista en el tema, en la (tabla n°22), observamos los gastos incurridos en esta mejora.

### 3.4.5.3. Mejora de distribución de planta.

En la cual se verá la buena distribución de planta, ya que, en la distribución actual, hay demasiado desorden material obsoletos, etcétera. Para ello se utilizará la herramienta 5S. Uso herramienta 5S para mejora de distribución de planta.

Primer lugar, se debe saber qué aspectos son necesarios para aplicar con éxito esta herramienta 5 S, para la aplicación se realizará los siguientes puntos:

- Realizar la capacitación de los involucrados en todo lo que respecta al pensamiento, la filosofía y metodología de las 5S, esto debe realizarse desde los jefes de planta, gerencia, colaboradores administrativos hasta los operarios en planta.
- Formar equipos de trabajo constituidos por los mismos trabajadores. Para ello se deben tener representantes de los grupos, el cual será encargado de dar una orientación para su cumplimiento a cabalidad.
- Dar a conocer cuáles son los objetivos y metas al momento de realizar la aplicación de las 5S para tener un lugar de trabajo ordenado, limpio y sin objetos que no tengan o generen valor.
- Equipos de organización. Antes de la implementación se necesita capacitar al personal. Para ello se realizará charla informativa a todos los personales de la empresa.

La utilización de la primera S nos ayudara a determinar los recursos que se necesita para la distribución de planta. Lo que se necesitará **son 5 pliegos de cartulina para las tarjetas rojas, pabito para colgar las tarjetas elaboradas.** Además, se contará con pintura roja para delimitar la zona de tarjetas. Véase la (tabla n° 19, modelo de tarjeta roja)

Tabla n° 19. Modelo de tarjeta roja.

METODOLOGIA 5S's		FOLIO:	
<b>TARJETA ROJA</b>			
Fecha de Airta:		Fecha Compromiso para Cierre:	
Descripción del Objeto:			
Responsable:			
Propietario:		Área/Departamento/Unidad:	
Acción:			
Categorías			
Insumos:		Documentación Legal:	
Equipo de Oficina:		Producto / Muestras:	
Papelaria y Materiales:		Producto en Proceso:	
Accesorios y Herramientas:		Modulario y Equipo:	
Bienes del Cliente:		Desperdicios / Basura:	
Refacciones:		Artículos Personales:	
Cajas y Contenedores:		Otro (Especifique):	
Bolsas:			
Motivos			
No se Utiliza:		Dañado / Maltratado:	
No se Necesita:		Contaminante / Desperdicio:	
Uso Desconocido/Sin Dueño:		Duplicado / Transferencia:	
No Sirve / Descompuesto:		Otro (Especifique):	
Defectuoso:			
Observaciones:			
Autorizo:		Destino Final:	
GEN SOL. S.A. DE C.V. – GENERACION DE SOLUCIONES			

Fuente: Gensol (2012)

Luego de haber clasificado los elementos pasamos usar la **segunda S** para determinar la orden en la distribución de planta haciendo las señalizaciones necesarias. Y la distribución correcta de las maquinarias. Para ello usaremos los materiales que son **estíquer de señalización de aviso, baldes de pintura de color amarillo, rojo y blanco (3 baldes) y otros**. Todos los operarios ayudaran ubicar los letreros y pintar las señalizaciones.

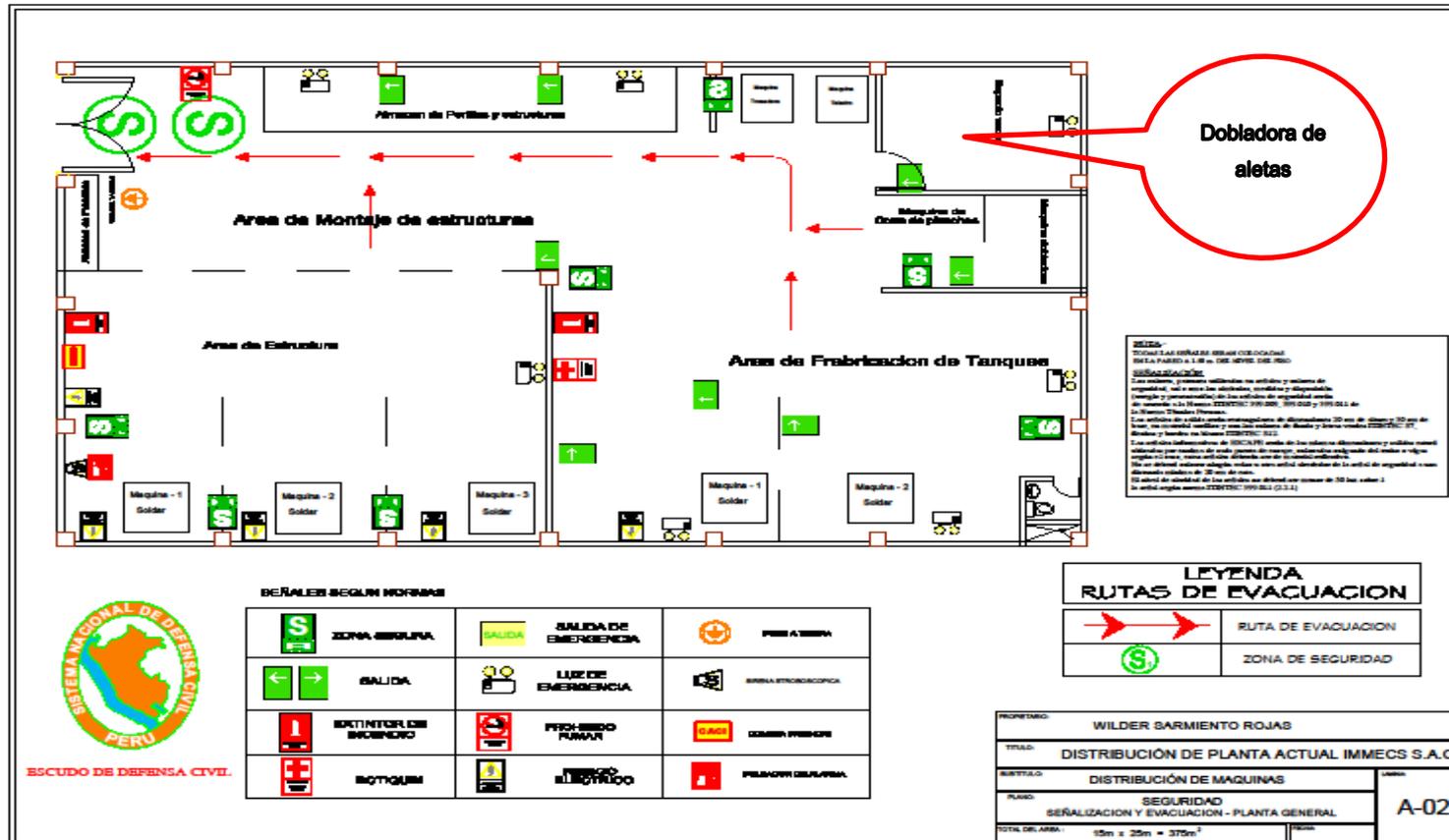
Después de haber realizado la dos S se comienza a realizar la tercera con ello se buscará la limpieza total de la planta en ello incluye mantenimiento autónomo de las maquinarias.

En este punto es necesario que las primeras 3 S se hayan realizado de manera satisfactoria. Lo que se quiere lograr en este paso es que todo el personal de la planta siga los pasos antes descritos y que haya un estándar y responsables que cumplan los planes descritos.

En este último paso es el más difícil de desarrollar. Esto se debe a que se busca que los trabajadores se adecuen todos los anteriores pasos como una filosofía de trabajo y se vuelva un hábito en el área de trabajo. Todo esto se conseguirá si se cambia la cultura de la persona a través de constantes charlas internas y trabajo en equipo para que los mismos operarios se apoyen en conseguir esta meta.

Véase la (figura n°30) que concierne el plano propuesto de distribución de planta IMMECS S.A.C.

Figura n°. 30. Distribución de planta mejorado



Fuente: Elaboración propia

### **3.4.6. Paso seis: Implementar y verificar resultados**

En este capítulo se hará la evaluación económica de las propuestas de mejora, planteadas, primer punto la mejora de proceso de fabricación de tanques aleteado con la implementación de una máquina doblado de aletas y la segunda la distribución adecuada de planta utilizando la herramienta 5S a grosso modo.

Por tal se necesitan indicadores que nos muestren si la propuesta de las dos alternativas nos ayuda a mejorar el proceso productivo y además de ello si el proyecto es factible o no. Por ello se usará los siguientes indicadores: Valor presente neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y el índice de rentabilidad (IR), realizado mediante flujo proyectado en un periodo de 1 año. Se considera la evaluación en 5 meses para la propuesta planteadas. Los pasos que seguiremos son:

- Primero se identificará y se calculará los costos y beneficio que se obtendrá con la propuesta de mejora.
- Se determinará el valor presente neto.
- Índice de rentabilidad de la propuesta.
- Y por último se calculará la tasa interna de retorno.

#### **3.4.6.1. Evaluación económica de implementación de máquina dobladora de aletas**

Para determinar el costo de implementación de esta propuesta se debe conocer los costos o gastos incurridos en ello, en primer lugar, se debe de saber el costo de adquisición de la máquina dobladora, costo de montaje de la máquina en cuestión, mano de obra en el doblado de aletas y capacitación al personal para el proceso de doblado, En la (tabla n° 20, 21, 23) se observará el costo y gastos para la implementación, y (véase la tabla de anexo n° 17, cotización de la máquina modelo 1250D- anexo n° 20-21, datos de ventas).

**Tabla n° 20.** Costo de máquina y materiales para montaje

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Compra de máquina dobladora aletas	Unidad	1	S/12,620.00	S/12,620.00
Pernos esxpansores	Unidad	6	S/5.00	S/30.00
Mesa de trabajo para trazo de aletas	Unidad	1	S/350.00	S/350.00
Una lata de pintura para señalización de la ubicación de maquina	Gln.	1	S/25.00	S/25.00
Brochas	Unidad	2	S/6.00	S/12.00
Articulos de limpieza(escoba recogedor)	Unidad	1	S/25.00	S/25.00
Montacargas para la instalación (costo por hora 70)	Unidad- Hora	1	S/70.00	S/70.00
Otros	Unidad	1	S/20.00	S/20.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/13,152.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n° 21.** Costo de mano de obra

Concepto	Importe (Operario 1)	Importe (Operario 2)
Remuneracion anual	S/21,000.00	S/17,500.00
Remuneracion mensual	S/1,500.00	S/1,250.00
Remuneracion diaria	S/50.00	S/41.67
Remuneracion por hora/hombre	S/6.25	S/5.21
Remuneracion por minuto	S/0.10	S/0.09
<b>Total Remuneracion</b>		<b>S/38,500.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n° 22.** Gasto de capacitación de personal para el manejo de la dobladora

Gastos	Costo por hora	Tiempo de duracion	Costo total
Pago al experto (Ing.)	S/70.00	4	S/280.00
material para informacion			S/60.00
Refrigerio			S/120.00
Otros			S/80.00
<b>Total</b>			<b>S/540.00</b>

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de doblado de aletas por unidad es de 7 minutos con dos personales el gasto de ello se observa en la (tabla n° 23, costo propuesto de mano de obra por unidad de aleta).

**Tabla n° 23.** Costo de mano obra por unidad de aletas.

Personal	Sueldo mensual	Pago por hora	Pago por minuto	costo horas/hombre-unidad de aleta
Operario 1 (maestro)	S/1,500.00	S/6.25	S/0.12	S/0.84
Operario 2 (ayudante)	S/1,250.00	S/5.21	S/0.10	S/0.70
<b>Total</b>			<b>S/0.22</b>	<b>S/1.54</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Para la compra de la máquina se necesita invertir S/ 12, 620.00 (Véase la tabla de anexo n°19, cotización de máquina) y otros gastos que incurren, para la implementación es de S/ 13,692 que será cubierto con inversión propia de la empresa (IMMENC S.A.C), la mejora de este proyecto será con un costo de oportunidad (COK) de 10%, establecida por el gerente. En cuanto al beneficio a obtener se espera un ahorro por gastos de transporte, sobregastos por proceso y por el tiempo de espera o tiempos muertos, ocasionados por envío a terceros el servicio de doblado aletas. La cifra del beneficio será según los flujos proyectados para un periodo de 1 año. Se estima los ahorros de tiempo, por unidad de aletas dobladas para la fabricación de sus tanques aleteado, la máquina dobladora será utilizado 50% para la producción de la empresa, y 50% para brindar servicios externos doblado de aletas, Observe el (anexo n° 23, flujo proyectado de ventas para 2019-anexo n°24, flujo proyectado de servicio externo de doblado de aletas).

### **3.4.6.2. Evaluación económica de distribución de planta mediante uso de herramienta 5S.**

Para la mejora de la distribución de planta se aplicará la herramienta 5 S, donde veremos los diversos gastos que incurren para dicha mejora, tales como: pago de experto para capacitación, materiales entre otros, (Véase la tabla n° 24.).

**Tabla n° 24.** Gastos de mejora de distribución de planta

Concepto	Costo por hora (3 horas ) por día	Costo total
Contrato de un experto (5 días)	S/35.00	S/525.00
Capacitación del personal	S/50.00	S/750.00
Concepto	Costo por unidad	Costo total
Materiales (20)	S/25.00	S/625.00
Equipos y Materiales (26)		
Otros	S/26.00	S/676.00
<b>Total</b>		<b>S/2,576.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Para esta mejora se necesita un flujo de inversión de S/ 2,576.00. En cuanto al beneficio a obtener se espera un ahorro de 3.36 horas por unidad de tanques fabricadas, el tiempo del personal en ubicar los equipos materiales y/o insumos, además de ello el libre acceso para cualquier proceso productivo. El beneficio será según los flujos proyectados para un periodo de un año en la (tabla n° 25 observamos evaluación en 5 meses).

Para realizar la propuesta de mejora de implementación de máquina dobladora y distribución de planta se necesita una inversión de S/ 16, 268.00

**Tabla n°25.** Desarrollo de mejora (flujo de caja proyectada).

Concepto	0	1	2	3	4	5
<b>Inversión</b>	-S/16,268.00					
<b>Beneficio</b>		S/8,078.00	S/8,248.58	S/8,420.87	S/8,594.87	S/8,770.62
<b>Flujo de caja</b>	-S/16,268.00	S/8,078.00	S/8,248.58	S/8,420.87	S/8,594.87	S/8,770.62
<b>Flujo acumulado</b>	-S/16,268.00	-S/8,190.00	S/58.58	S/8,479.45	S/17,074.32	S/25,844.94
<b>VPN por mes</b>	-S/16,268.00	S/7,343.64	S/6,817.01	S/6,326.72	S/5,870.41	S/5,445.87
<b>COK</b>	<b>10%</b>					
<b>VAN</b>	<b>S/15,535.65</b>					
<b>TIR</b>	<b>42%</b>					
			<b>Sumatoria de flujos o valor actual (VA)</b>			<b>S/31,803.65</b>
			<b>Inversión en valor absoluto (VA)</b>			<b>S/16,268.00</b>
			<b>índice de rentabilidad (IR)</b>			<b>1.95</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la (tabla n° 25) se obtiene un valor presente neto positivo. Quiere decir que la compra de la máquina y la mejora de distribución mediante el uso de la herramienta 5s es viable. Además de ello el valor TIR es (42%) es mayor al COK (costo de oportunidad de capital) y el índice de rentabilidad es mayor que 1, es decir por cada un sol invertido habrá una rentabilidad de s/ 1.95, la cual indica que la implementación es económicamente rentable.

A continuación, podemos simular el costo de mejora por unidad de aletas, los datos actuales que utilizaremos es: costo unitario de aleta S/ 3.5 soles y gasto de transporte S/ 50 soles por viaje. Como ejemplo tomamos el doblado de 116 aletas que conforma para fabricar dos tanques de 315 kva. Haremos la comparación de gasto actual con lo propuesto con máquina propia en la empresa IMMECS S.A.C. a continuación observamos el desarrollo de la mejora. (Véase la tabla n° 26, propuesta de mejora con dobladora propio)

**Tabla n° 26.** Simulación de mejora de proceso de doblado aletas.

Personal	Sueldo mensual	Pago por hora	Pago por minuto	costo horas/hombre- unidad de aleta
Operario 1 (maestro)	S/1,500.00	S/6.25	S/0.12	S/0.84
Operario 2 (ayudante)	S/1,250.00	S/5.21	S/0.10	S/0.70
<b>Total</b>			<b>S/0.22</b>	<b>S/1.54</b>

Cantidad de aletas	Costo horas hombre x aleta	Costo total
116	S/1.54	S/178.64
<b>Costo de mantenimiento de máquina x unidad de aleta ( S/ 0.3 soles )</b>		S/34.80
<b>Otros( administrativos, insumos )</b>		S/25.00
<b>COSTO TOTAL DE PROCESO DENTRO DE LA EMPRESA</b>		<b>S/238.44</b>

*Fuente: Elaboración propia*

El resultado obtenido de la simulación con máquina dobladora propia con el ejemplo de 116 aletas dobladas dentro de la empresa nos da un costo es de **S/ 238.44** soles. Comparamos el costo actual que era S/ 3.5 soles por aleta, hacemos una simple operación de multiplicar unidad de aletas por costo de aleta, el resultado obtenido es de S/ 406 soles y agregamos gasto de transporte que S/ 50 soles, que conforma un gasto actual de **S/ 456**, quiere decir que la compra de la máquina es viable para el proceso por que tendríamos un ahorro económico de **S/ 217.56** soles reflejado en porcentaje un ahorro costo beneficio de 52.28 %. También podemos mencionar que con la máquina dobladora propia, el tiempo de proceso se optimizara eliminando tiempos de espera.

### 3.4.7. Paso siete: Establecer control

El paso último se desarrolla luego de haber realizado todo el paso anterior, en ello se establece que toda la mejora se mantenga establecidos con documentos.

En este paso las principales tareas definidas son.

- Normalizar los procedimientos que forman parte de la solución.
- Se procederá con la capacitación del personal para el buen manejo de la máquina en cuestión y para mantener la filosofía de la herramienta implementada de la 5S.
- Establecer técnicas y herramientas de control, tal como se muestra el modelo de tarjeta roja en el (anexo n° 26).
- Difundir los documentos del proyecto que deben conservarse adecuadamente y mantenerse al alcance de todos los interesados, (véase el anexo n° 27, formato para actividades de proceso y tiempo DAP-para tener un control en las actividades diarias de cada operario).

## 3.5. Actividades realizadas

En el desarrollo de propuesta, se concluye por adquirir la máquina dobladora para proceso de doblado de aletas. Y la mejora en distribución de planta con la aplicación de la herramienta 5S, con la nueva máquina en cuestión, con ello mejorará la productividad, reduciendo los tiempos y sobregastos incurridos en el proceso de doblado de aletas, en la línea de fabricación de tanques aleteado.

Las actividades se realizaron mediante el soporte de herramienta para la mejora de procesos productivos, para ello se utilizó la metodología de los 7 pasos de Keisen y la 5S, de lo cual detalla en marco teórico, entre las actividades usadas podemos mencionar:

- Se realizó el análisis general de la empresa. En ello se estudió, entorno empresarial, política general de la empresa, tamaño de empresa, ritmo de actividades de fabricación de tanques, distribución planta actual.
- Descripción de proceso: en ello se estudió, proceso actual de fabricación de tanques aleteado, análisis de actividades de tanque aleteado, evolución de producción, necesidades del cliente y nivel de cumplimiento de producto final,
- Se realizó la selección de problema
- Comprender el problema y establecer meta.
- Se analizó las causas raíz del problema.

- Propuesta de la mejora de proceso productivo en la fabricación de tanques modelo aleteado: en ello se realizó un estudio, diagnóstico de procesos: se utilizó la herramienta Diagrama Actividades de procesos DAP, lo cual permitió evaluar el flujo de procesos midiendo tiempos y distancias recorridas en las actividades.
- Y último se realizó el análisis económico: para ver si es rentable implementar la máquina dobladora y las demás propuestas.
- Además de ello se realizó una simulación económica con la máquina propia.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 4.1. RESULTADOS

Mediante los resultados obtenidos según las actividades realizadas, y haciendo el cumplimiento de nuestro objetivo encontramos los siguientes resultados.

El valor actual neto nos permite obtener la viabilidad de la empresa en el momento de definir y tomar una decisión, cuando VAN es menor que cero o negativo no es rentable, es decir no se puede invertir, mientras que si VAN es igual a cero o es igual a la inversión, significa que ya está incorporado la ganancia de la tasa de descuento. En este caso para la empresa IMMECS S.A.C, se estima que puede cubrir la expectativa y es viable invertir en la compra de la máquina dobladora manual y la aplicación de la herramienta 5S, es decir que el valor actual neto es mayor que la inversión, y por ende las propuestas de mejora son económicamente rentables.

#### 1. Resultado diagnóstico y problemas.

Mediante el diagnóstico de proceso productivo de tanques aleteado, encontramos como causas principales falta de máquina dobladora de aletas, que ocasiona tiempos de espera de 62.48 horas y el proceso de transporte con un recorrido de 3 095 metros.

#### 2. Resultado de propuesta de mejora.

Se planteó dos propuestas de mejora: primera implementación de una máquina dobladora de aletas. Con la que se logrará mejorar los tiempos de espera de proceso reduciendo de 3 749 minutos a 2 302 minutos, que equivale de un 100% una reducción de 38.59%. Y distancia de recorrido en la operación de transporte reduce de 3 095 mt a 100 mt, que equivale de un 100% una reducción de 96%.

Y la mejora de distribución de planta mediante el uso de la herramienta de 5S. la cual ayudara a la buena distribución de planta y que personal este identificado según los pasos de la herramienta 5S.

#### 3. Resultado de procedimiento de la propuesta.

Se realizó satisfactoriamente el procedimiento de la mejora mediante la utilización de la metodología de 7 pasos Kaizen, para la adquisición de la máquina dobladora de aletas se realizó la búsqueda de costo según las empresas que proveen del equipo en mención y después de ello se procederá a capacitar al personal para que tenga el buen manejo. Y ultimo la ubicación del área para la máquina dobladora.

Además de ello determinamos el tiempo de doblado de aletas por unidad, que es de 7 minutos con dos personales el costo de ello se observa en la tabla n° 26 y véase la tabla de anexo n°19-20 (costo actual de fabricación tanques y numero de aletas utilizadas y gastos incurridos en transporte para el proceso de doblado, en la empresa IMMENS S.A.C. en el año 2017).

#### 4. Resultado evaluación económica.

Concepto	0	1	2	3	4	5
<b>Inversión</b>	-S/16,268.00					
<b>Beneficio</b>		S/8,078.00	S/8,248.58	S/8,420.87	S/8,594.87	S/8,770.62
<b>Flujo de caja</b>	-S/16,268.00	S/8,078.00	S/8,248.58	S/8,420.87	S/8,594.87	S/8,770.62
<b>Flujo acumulado</b>	-S/16,268.00	-S/8,190.00	S/58.58	S/8,479.45	S/17,074.32	S/25,844.94
<b>VPN por mes</b>	-S/16,268.00	S/7,343.64	S/6,817.01	S/6,326.72	S/5,870.41	S/5,445.87
<b>COK</b>	<b>10%</b>					
<b>VAN</b>	<b>S/15,535.65</b>					
<b>TIR</b>	<b>42%</b>					
					<b>Sumatoria de flujos o Valor actual (VA)</b>	<b>S/31,803.65</b>
					<b>Inversión en valor absoluto (VA)</b>	<b>S/16,268.00</b>
					<b>índice de rentabilidad (IR)</b>	<b>1.95</b>

Como se puede apreciar en la (tabla n° 25) se obtiene un valor presente neto positivo de S/ 15,535.65. con una evaluación en 5 meses, Quiere decir que la compra de la máquina y la mejora de distribución mediante el uso de la herramienta 5s es viable. Además de ello el valor TIR es (42%) es mayor al COK (costo de oportunidad de capital) y el índice de rentabilidad es mayor que 1, es decir por cada un sol invertido habrá una rentabilidad de s/ 1.95, la cual indica que la implementación es económicamente rentable.

Podemos mencionar que la inversión será recuperada durante 6 meses con 123 tanques fabricadas y numero de aletas procesadas de 3 690 unidades.

## 4.2. CONCLUSIONES

La propuesta de mejora del proceso productivo en el área de fabricación de tanques para transformadores eléctricos de modelo aleteado en la empresa IMMECS S.A.C, ayudara a contribuir con el rendimiento en la elaboración del producto, basándose en la implementación de una máquina dobladora manual, que permita realizar los proceso de doblado por los operarios de la empresa, las cuales forman un elemento primordial en la fabricación de los tanques, evitando la contratación de terceros para dicho trabajo, reduciendo los tiempos muertos, retrasos en las entregas, además economizando los gastos por temas de transporte. Dicha propuesta permite a los operarios de IMMECS S.A.C. que sean los encargados de elaborar el producto final, también preparar dichas aletas a través del doblado realizados por la máquina en cuestión, optimizando el uso del material y aumentando la calidad de fabricación del producto.

No obstante, a pesar de considerar que se debe realizar una inversión en la adquisición de la máquina dobladora manual, los beneficios compensarían los gastos, ya que la contratación de entes externos para el proceso de las aletas para los tanques se evitaría, además de los constantes gastos por motivos de traslado. Sumado a esto se establece la autonomía en el proceso de fabricación, lo que reduciría los tiempos muertos, y se aumentaría el nivel de cumplimiento en la entrega de los productos, satisfaciendo la creciente demanda, incrementando la utilidad de la empresa, llevándola a un crecimiento progresivo.

Con la utilización del método de mejora, se permitió el estudio de la problemática encontrada en IMMECS S.A.C., estableciendo la meta para alcanzar la mejora que se requiere en la empresa, realizando un cronograma de las actividades que permitiese buscar la causa raíz del problema, para luego proponer y seleccionar la solución más apropiada para optimizar los procesos de fabricación de los tanques modelo aleteado, que consiste en la implementación de la máquina dobladora y el uso de la herramienta 5s para la buena distribución de planta, con la cual se pretende optimizar la fabricación de las aletas para la elaboración final de los tanques, y cumplir con las demandas de los clientes.

1. A través de un adecuado análisis, en el proceso productivo de tanques aleteados se logró eficientemente el diagnóstico de proceso productivo actual, el cual facilitó a encontrar las causas principales las que ocasiona, tiempos muertos y sobregastos o pérdida económica. Con ello se buscó una reducción en los tiempos muertos y sobregastos. Es así que, se logró reducir el costo de proceso de doblado de aletas

en 47.72% y el tiempo de espera del proceso reduciendo de 3 749 minutos a 2 302 minutos, que equivale de un 100% una reducción de 38.59%. Y distancia de recorrido en la operación de transporte reduce de 3 095 mt a 100 mt, que equivale de un 100% una reducción 96%.

2. La realización de las mejoras en los procesos ha representado una gran oportunidad para lograr la optimización del proceso operativo, adicionando además una minimización de sus costos, en el año 2017, se procesó número de aletas de 7 069 unidades de diferentes medidas con un costo de S/ 3.5 soles que conforma un total de S/ 24, 741.50 soles, gasto de transporte es de S/ 17,800.00, gasto total de S/ 42, 545.50 soles y el proceso propuesto comparado la cantidad de aletas fabricadas en ese año con máquina propia nos daría el resultado S/ 10, 886.26 soles en donde se eliminaría el pago de transporte. Quiere decir que reflejados en porcentaje tendríamos ahorro económico de 74.41%
3. Mediante la metodología de 7 pasos de Kaizen se realizó el procedimiento para la mejora de proceso productivo en la fabricación de tanques modelo aleteado, mediante la propuesta de adquisición de una máquina dobladora de aletas, y el uso de la herramienta de 5s para mejorar la distribución de planta, ya que con ello se logrará reducir los tiempos muertos, generados en mandar materiales para el doblado de aletas a terceros y tener ahorro económico. Mediante la búsqueda cotización, de proveedores que venden dicha maquinaria, se evaluó varias cotizaciones, tomando como la mejor opción, la cotización que se detalla en el anexo n° 18. Además de ello se ubicó la zona o lugar donde se destinará el montaje de la máquina, con la ayuda de la distribución de planta se encontró el área requerida para la maquina dobladora de aletas. Y por último se realizó una simulación de doblado de 116 aletas con máquina propia, como resultado encontramos el ahorro económico de S/ 217.56 reflejado en porcentaje 52.28 % de mejora.
4. Según la evaluación económica de la propuesta mejora de proceso productivo, se concluye que el valor presente neto positivo de **S/ 15, 535.65**, Quiere decir que la compra de la máquina y la mejora de distribución mediante el uso de la herramienta 5s, es viable. Además de ello la tasa interna de retorno TIR es (42%) es mayor al COK establecido (10%) y el índice de rentabilidad es mayor que 1, es decir por cada un sol invertido se obtendrá una rentabilidad de s/ 1.95 la cual indica que la implementación de la máquina es económicamente rentable.  
Podemos mencionar que la inversión será recuperada durante 6 meses con 123 tanques fabricadas y numero de aletas procesadas de 3690 unidades.

### 4.3. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir con las políticas implementadas, para el mejoramiento continuo de la empresa IMMECS, aplicando estrategias que le permitan incrementar su margen de utilidad reduciendo costos, manteniendo un nivel óptimo de producción y desarrollo sostenible en cada nivel de la empresa, fomentando su crecimiento.
2. Se recomienda la implementación por parte de IMMECS. de la máquina dobladora manual para la optimización de los procesos de doblado de aletas, necesarias para la fabricación de los tanques para transformadores eléctricos de modelo aleteado, primero porque los procesos al ser operados por personal de la empresa, se reducirían los tiempos muertos por espera en la contratación de terceros para la elaboración de dicha actividad, además de los ahorros monetarios que esto conlleva; segundo, al realizar el proceso dentro de la misma empresa, se economizaría los costos de transporte y traslados de las aletas desde la empresa de procesamiento hacia las instalaciones de IMMECS.; tercero, la calidad y optimización del acabado de las aletas sería definido por personal calificado de IMMECS y no por personal de otras empresas inexperto en el área. Aumentando la satisfacción de los clientes en cuanto a calidad y puntualidad en las entregas de los productos finales.
3. Se recomienda el entrenamiento de los operarios, así como el estudio a profundidad de cada utilidad que se le pueda dar al equipo, también como sus ventajas y desventajas que esta pudiera demostrar para el aprovechamiento máximo del mismo.
4. Establecer normas de seguridad para el momento de comenzar a utilizar la máquina dobladora, mientras se está procesando y al momento de terminar la labor, para evitar al máximo los accidentes, teniendo como primordial objetivo la seguridad del personal ante todo a través de entrenamiento apropiado, supervisión y el uso de equipamiento de seguridad como gafas protectoras, guantes y botas de seguridad entre otros, seguido por la correcta utilización de los elementos como láminas de acero, evitando el despilfarro de material, y además del cuidado de la maquinaria utilizada en este caso la maquina dobladora manual, para asegurar su rendimiento y durabilidad.
5. Definir e implementar políticas de mantenimiento periódico para la máquina dobladora, para asegurar su correcto funcionamiento, así como el chequeo constante de las partes esenciales del equipo.

## REFERENCIAS

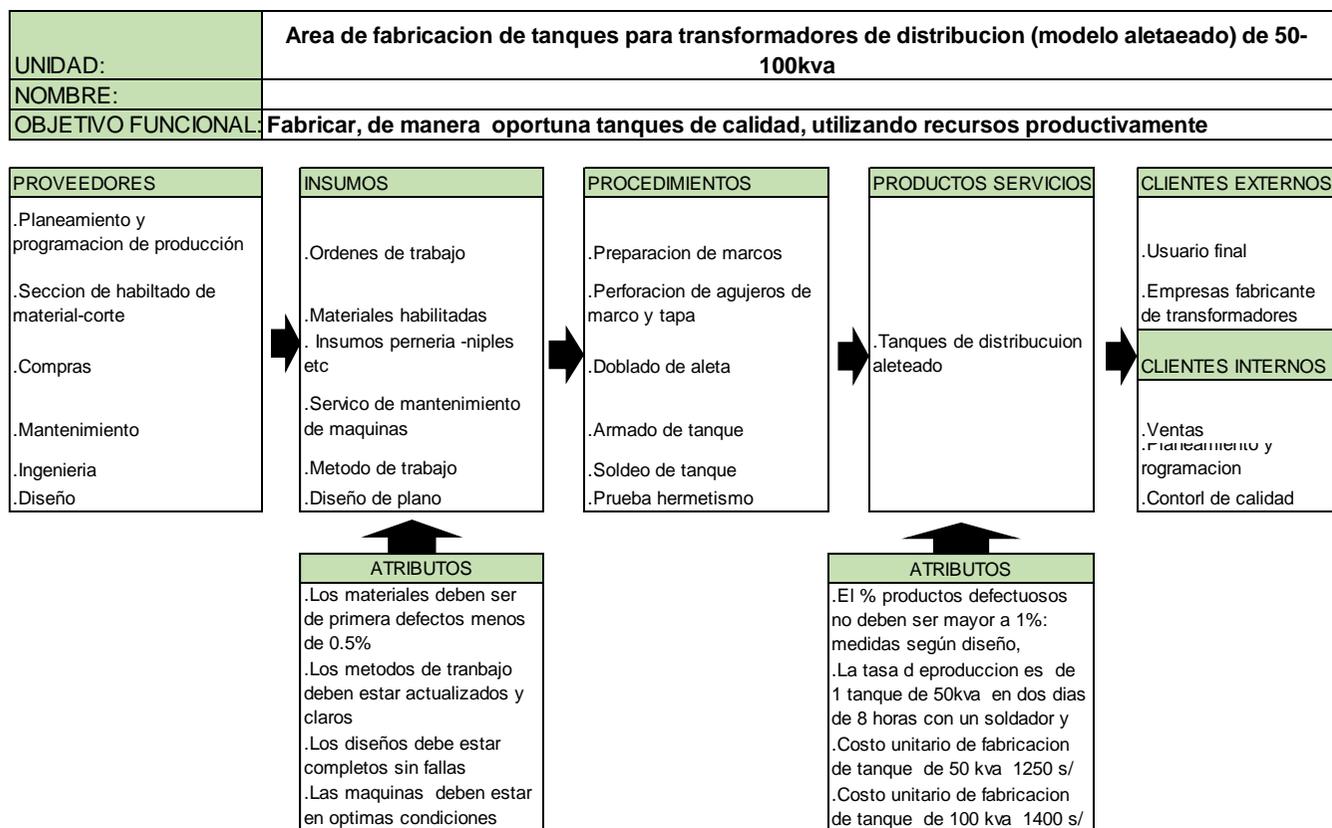
- Bermejo Terrones, E. S. (2016). *Implementación de la Gestión de Inventarios para mejorar la productividad del almacén en la empresa Vmwarensis s.a.c.* Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial, Cesar Vallejo, Lima.
- Blank, L., & Tarquin, A. (2012). *Ingeniería económica* (septima edicion ed.). Mexico: Mc Graw Hill.
- Bonilla , E., Diaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. T. (2012). *Mejora continua de los procesos* (Primera edicion ed.). Lima, Lima, Peru: Universiada de lima-Fondo editorial.
- Dávila Torres, A. F. (2015). *Análisis y propuesta de mejora de procesos en una empresa productora de jaulas para gallinas ponedoras.* Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, Pontificia universidad Catolica del Perú, Lima.
- Enriquez Harper, G. (2004). *Libro practico de los generadores, transformadores y motores electricos.* Mexico: Limusa S.A.
- Flores Soria, J. (2014). *Costos y Presupuestos* (Vol. Quinta Edision). Lima, Peru: ISBN.
- Fraile Mora , J. (2015). *Maquinas electricas* (Vol. 7ªEdicion). Madrid: Garceta Grupo Editorial.  
Recuperado el 24 de junio de 2018
- Freivalds, A., & Niebel, B. w. (2014). *Ingeniería Industrial de Niebel- Metodos, Estandares y Diseño de Trabajo* (13 edicion ed.). Mexico: Mc Graw Hill Education.
- Ginjaumi, a., & Torre, F. (2008). *Ejecucion de procesos de mecanizado,conformado y montaje.* Madrid-España: Paraninfo SA.
- Guerra Palma, H. G., & Chancusig, López, M. B. (2017). *Implemnetacion de un sistema automatico de envasado de liquidos para la planta de lacteos Tushi.* Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de: Ingeniero Electronica, Control y Redes Industriales, Escuela Superior de Politecnica de Chimborazo, Riobamba Ecuador, Riobamba Ecuador.
- Hernández Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodologia de investigacion* (mcgraw-hill/interamericana editores, s.a. de c.v. ed.). Santa fe, Mexico, Mexico: Mc Graw Hill Education. Recuperado el 26 de Junio de 2018
- Hussein, N. (2015). Los elementos basicos de la implementacion de proyectos. *Care guia para proyectos.* Obtenido de <http://pdql.care.org>
- Kalpakjain, S., & Schmid, S. (2014). *Manufactura, ingenieria y tecnologia.* Mexico: Perason.
- Montoya Vega, J. E., & Rodriguez Romero, D. N. (2016). *Propuesta para implementar una linea de producción de sacos en polipropileno para fabricar empaques S.A.S.* Especializacion de Ingenieria de Produccion y Logistica, Universidad dstrital Francisco José de Caldas, Bogota, Santa Fe Bogota.

- Padilla Calle, S. F., & Lema Ilgúan, A. F. (2017). *Implementación de un sistema automatizado de bombeo de agua para generación de oxígeno artificial utilizando energía solar para piscicultura de la finca el "Porvenir"*. Tesis para optar el grado académico de Ingeniero Electrónica, Control y Redes Industriales, Escuela superior Politécnica de Chimborazo, RioBamba- Ecuador, Rio Bamba- Ecuador.
- Ramos Flores, J. M. (2012). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Sapag Chain, N. (2014). *Proyectos de inversión y evaluación* (1ra edición ed.). Mexico, Naucalpan de Juarez, Estado de Mexico, Mexico: Pearson Educacion.
- Titto Porras, L. F. (2018). *Propuesta de mejora de una empresa de producción de sanitarios y accesorios de baño en Lima Metropolitana*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Lima.
- Villa, M. (2015). *Aletas de transferencia de calor*. Venezuela: Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.
- Wildi, T. (2007). *Maquinas Electricas y Sistema de Potencia*. Mexico, Mexico: Pearson Educacion.

## ANEXOS

<b>Anexo n°. 1.</b>	Tabla de caracterización de proceso de fabricación de tanques aleteado.	109
<b>Anexo n°. 2.</b>	Ejemplo de indicadores de desempeño de proceso.....	110
<b>Anexo n°. 3 .</b>	Distribución de planta actual IMMECS S.A.C.....	111
<b>Anexo n°. 4,</b>	Proceso de fabricación de tanques aleteado, con máquina propia.....	112
<b>Anexo n°. 5,</b>	Diagrama actual de proceso de fabricación de tanques aleteado .....	113
<b>Anexo n°. 6,</b>	Diagrama actual de proceso de fabricación de tanques aleteado .....	114
<b>Anexo n°. 7</b>	Cuadro de ventas de tanques .....	115
<b>Anexo n°. 8.</b>	Gasto de transportes. ....	115
<b>Anexo n°. 9.</b>	Diagrama causa - efecto (proceso productivo de tanques aleteado).....	116
<b>Anexo n°. 10,</b>	DAP mejorado- proceso de fabricación de tanques aleteado (primera parte). .....	117
<b>Anexo n°. 11.</b>	DAP mejorado- proceso de fabricación de tanques aleteado .....	118
<b>Anexo n°. 12.</b>	Máquina dobladora simulando doblado de aletas .....	119
<b>Anexo n°. 13.</b>	Distribución de planta mejorado .....	120
<b>Anexo n°. 14.</b>	Modelo de tarjeta roja. Fuente: Gensol (2012).....	121
<b>Anexo n°. 15.</b>	Cuadro de encuestas necesidades del cliente.....	122
<b>Anexo n°. 16.</b>	Grafico de pareto necesidades del cliente. ....	122
<b>Anexo n°. 17.</b>	Indicador de nivel de cumplimiento de tanques aleteado en la empresa immeecs s.a.c en año 2017.....	123
<b>Anexo n°. 18.</b>	Distribución en porcentaje total de pedidos.....	123
<b>Anexo n°. 19.</b>	Cotización de máquina dobladora modelo 1250D .....	124
<b>Anexo n°. 20.</b>	Cotización de máquina dobladora modelo 2400D .....	125
<b>Anexo n°. 21.</b>	Tabla de costos de fabricación de tanques aleteado .....	126
<b>Anexo n°. 22.</b>	Tabla de costos de fabricación de tanques aleteado .....	127
<b>Anexo n°. 23.</b>	Flujo de caja proyectado en 1 año, para la mejora de proceso productivo de tanques aleteado. ....	128
<b>Anexo n°. 24.</b>	Flujo de caja proyectado de servicios de doblado de aletas.....	129
<b>Anexo n°. 25.</b>	Evaluación económica con flujo proyectado. ....	130
<b>Anexo n°. 26.</b>	Modelo de tarjeta roja. ....	131
<b>Anexo n°. 27.</b>	Formato para control de actividades de proceso productivo.....	132

**Anexo n°. 1. Tabla de caracterización de proceso de fabricación de tanques aleteado.**



Fuente: Elaboración propia

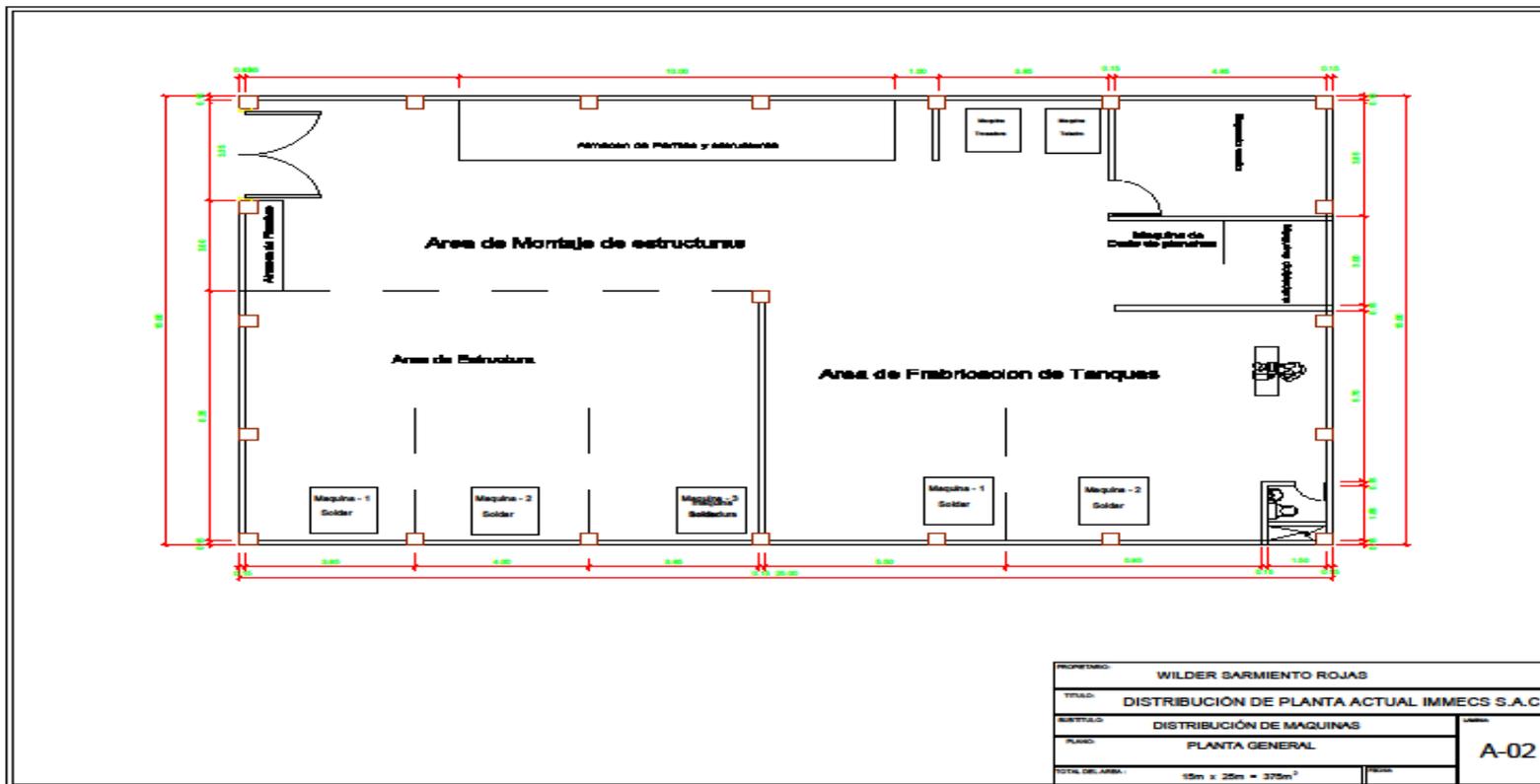
*Anexo n°. 2. Ejemplo de indicadores de desempeño de proceso*

**PRODUCTOS Y SERVICIOS DE LA EMPRESA IMMECS S.A.C.**

ITEM	PRODUCTOS	ITEM	SERVICIOS
1	Tanque de potencia con radiadores	1	Asistencia tecnica en ingenieria
2	<b>Tanque de distribucion aleteado (Tema de estudio)</b>	2	Ingenieria y diseño
3	Tanque de distribucion monofasico	3	Asistencia tecnica de estructura metalicas
4	Tanque trafomix-medida	4	Montaje de estructuras metalicas en general
5	Tanque tipo pedestal	5	Fabricacion y montaje de tuberias y o ductos
6	Tanque tipo boveda	6	Fabricacion y montaje de Tanques para depositos
7	Cajuelas para transformadores secos	7	Tanques para Depósitos
8	Celdas-S/E	8	Fabricacion y montaje de plantas industriales
9	Envolvertes para transformadores encapsulados	9	Montajes de estructuras electromecanicos
10	Estructurura para tableros	10	Mantenimiento en general
11	Horno electrico para secado de transformadores	11	Fabricacion de techos
		12	Fabricacion y montaje de rejillas y tapas de ductos para obras de electrificacion
		13	Cercos enmallados-tanto para obras civiles y electrificación
		14	Servicio de proceso de soldeo GTAW-para trabajos en acero inoxidable.
		15	Servicio de granallado y pintura

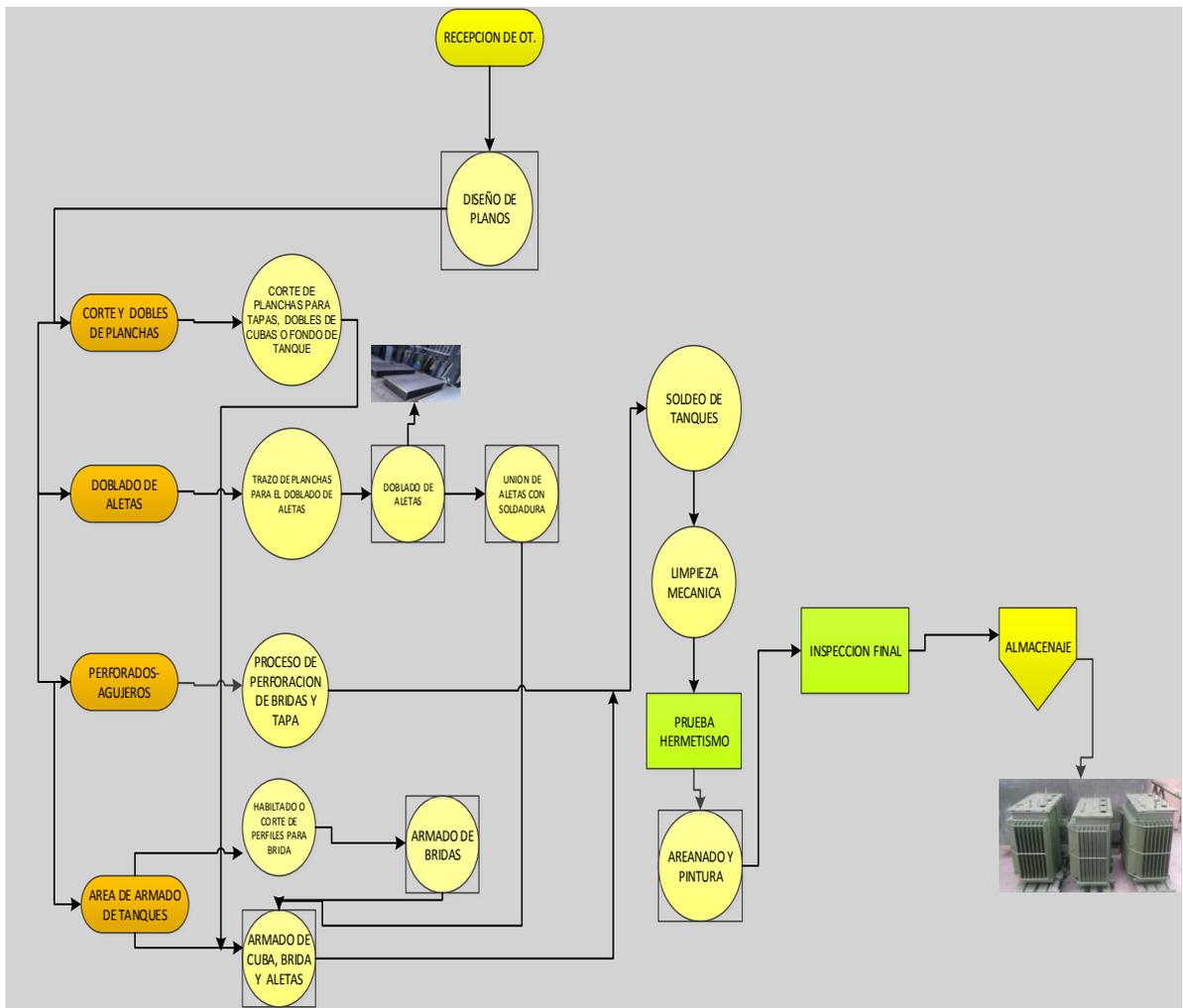
*Fuente. Elaboracion propia*

**Anexo n°. 3 . Distribución de planta actual IMMECS S.A.C.**



Fuente: Elaboración propio

**Anexo n.º 4, Proceso de fabricación de tanques aleteado, con máquina propia.**



*Fuente: Elaboración propia*

**Anexo n.º 5, Diagrama actual de proceso de fabricación de tanques aleteado  
(primera parte).**

DAP ACTUAL FABRICACION DE TANQUES		OPERACIÓN/MATERIAL/EQUIPO-EMPRESA IMMECS SAC							
DIAGRAMA N° 1	DIAGRAMA N° 2	RESUMEN							
OBJETIVO: Fabricacion de tanques aleteado de 75kva-100kva	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA					
Proceso: Industrial	Operación 	30							
Metodo : Actual propuesto.	Transporte 	11							
Lugar :Todo el taller	Espera 	3							
Operario: Un maestro y un ayudante	Inspección 	16							
	Almacén 	2							
	Distancia Metros	3095							
	Tiempo Minutos- Horas	3749min-62.48h							
Elaborado por: Wilder Sarmiento Rojas	Costo total de tanque + IGV	S/1,700.00							
	Mano de obra	S/450.00		Cf = 120 s/					
	Material	S/620.00		Utilidad 25%					
	TOTAL	S/1,360.00		C.V(servicios) =170					
Descripción	C.unid	Dist( mt)	Tiempo (minutos)	Sinbolos		Obsecciones			
Recepcion de O.T.									
1 Elaboracion de diseño-plano			240	●					
2 Material almacenado									Material, laminas metalicas
3 Llevar al area de corte, dobles y rolado		15	5		●				Corte de material (planchas)
4 Verificar el plano antes de cortar y doblar			5						
5 Corte materiales, para doblado y rolado			70	●					Planchaso kaminas
6 Verificar el corte y dobles			10						Dobles cuba de tanque y rolado
7 Recoger corte y dobles		15	5						
8 Cortar los perfiles			40	●					Canales U (para patas) y angulos (para marco y tapa)
9 Verificar los cortes de perfiles			5						Inspección
10 Trazo de canal "U" para perforacion			10	●					Perfiles
11 Armado de marco			30	●					Con angulos
12 Trazo de plancha para tapa			10	●					
13 Verificacion de trazo tapa			5						Inspección
14 Union de tapa y marco			5	●					Con punto de soldadura
15 Llevar al taladro		10	2						La tapa unida a marco y canales "U" trazadas
16 Taladrar tapa y patas (canal u)			50	●					
17 Inspeccion de huecos taladrados			5						Inspección
18 Despuntalar tapa y marco			8	●					
19 Llevar al area de oxicorte la tapa			3						
20 Cortar con oxicorte			25	●					Realizar agujeros en la tapa.
21 Verificar corte			5						Inspección
22 Limpieza mecanica de corte tapa			20	●					Esmerilado
Llevar plancha para realizar el dobladora de aletas- Espera	54 aleta	1500	120						Trabajo en terceros
24 Espera de aletas-doblado en terceros			1440						
25 Recoger aletas de terceros		1500	120						

Fuente: Elaboración propia



**Anexo n°. 7 Cuadro de ventas de tanques .**

<b>VENTAS IMMECS S.A.C 2017</b>					
<b>Mes</b>	<b>N° tanques fabricadas</b>	<b>Cantidad de aletas usadas</b>	<b>Costo unitario de aletas-tercero</b>	<b>Costo total de aletas</b>	<b>Ventas</b>
Enero	16	604	S/3.50	S/2,114.00	S/25,760.00
Febrero	12	278	S/3.50	S/973.00	S/51,912.50
Marzo	18	648	S/3.50	S/2,268.00	S/15,137.50
Abril	21	498	S/3.50	S/1,743.00	S/14,087.50
Mayo	17	428	S/3.50	S/1,498.00	S/68,040.00
Junio	20	433	S/3.50	S/1,515.50	S/22,162.50
Julio	21	735	S/3.50	S/2,572.50	S/35,377.33
Agosto	22	698	S/3.50	S/2,443.00	S/12,987.50
Setiembre	18	470	S/3.50	S/1,645.00	S/26,650.00
Octubre	21	610	S/3.50	S/2,135.00	S/45,212.50
Noviembre	20	704	S/3.50	S/2,464.00	S/33,297.45
Diciembre	26	963	S/3.50	S/3,370.50	S/29,137.50
<b>TOTAL</b>	<b>232</b>	<b>7069</b>		<b>S/24,741.50</b>	<b>S/379,762.28</b>

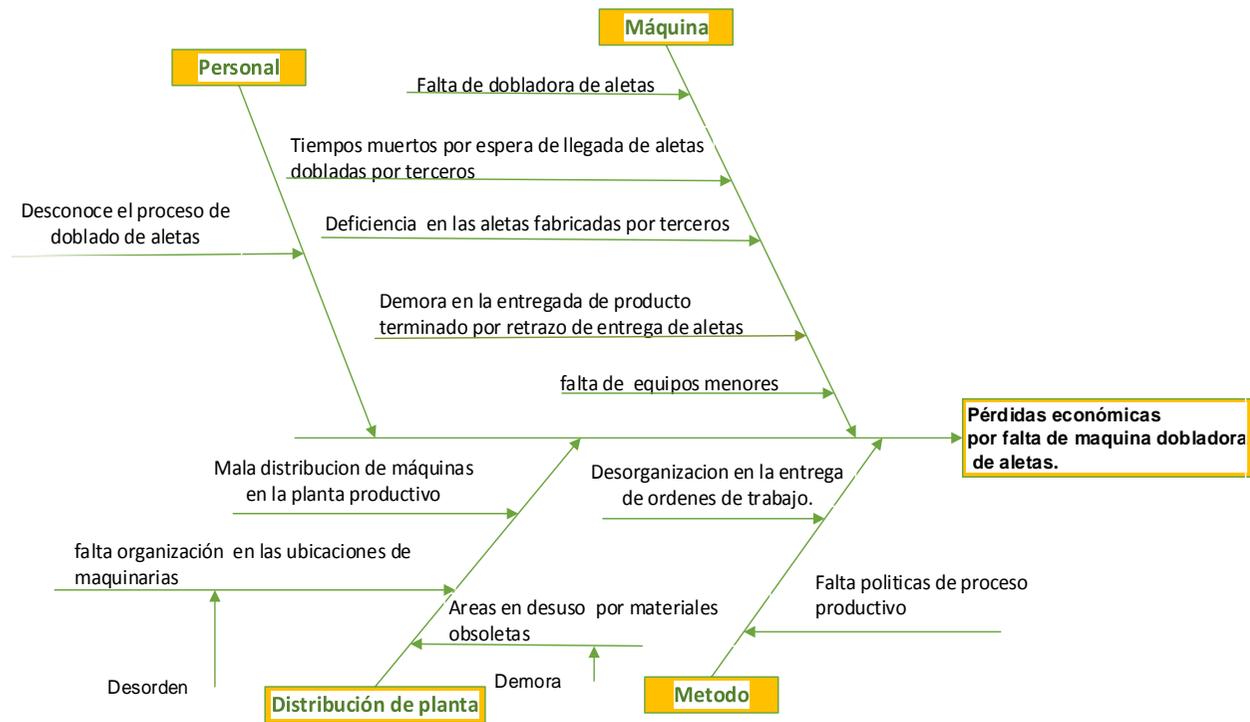
Fuente. Elaboracion propia

**Anexo n°. 8. Gasto de transportes.**

<b>Gastos de transporte</b>			
<b>Mes</b>	<b>N° traslados aletas</b>	<b>Costo unitario de transporte</b>	<b>Costo Total</b>
Enero	26	S/50.00	S/1,300.00
Febrero	22	S/50.00	S/1,100.00
Marzo	28	S/50.00	S/1,400.00
Abril	31	S/50.00	S/1,550.00
Mayo	27	S/50.00	S/1,350.00
Junio	30	S/50.00	S/1,500.00
Julio	31	S/50.00	S/1,550.00
Agosto	34	S/50.00	S/1,700.00
Setiembre	28	S/50.00	S/1,400.00
Octubre	31	S/50.00	S/1,550.00
Noviembre	30	S/50.00	S/1,500.00
Diciembre	38	S/50.00	S/1,900.00
<b>Total</b>	<b>356</b>		<b>S/17,800.00</b>

Fuente.Elaboracion propia

**Anexo n°. 9.** Diagrama causa - efecto (proceso productivo de tanques aleteado).



Fuente: Elaboración propia

**Anexo n.º 10, DAP mejorado- proceso de fabricación de tanques aleteado (primera parte).**

DAP PROPUESTO DE FABRICACION DE TANQUES				OPERACIÓN/MATERIAL/EQUIPO-EMPRESA IMMECS SAC				
DIAGRAMA N° 1		DIAGRAMA N° 2		RESUMEN				
OBJETIVO: Fabricación de tanques aleteado de 50kva-100kva		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA		
Proceso: Industrial Metodo : Actual propuesto. Lugar :Todo el taller Operario: Un maestro y un ayudante		Operación 		30	32	Observaciones: con la compra de maquina se reduce los tiempos muertos y gastos generados por transporte y sobrepagos por doblado de aletas		
		Transporte 		11	10			
		Espera 		3	2			
		Inspección 		16	16			
		Almacén 		1	1			
		Distancia	Metros	3095	100			
		Tiempo	Minutos- Horas	3749min-62.48h	2302min-38.36h			
		Costo total de tanque sin IGv		S/1,700.00	S/1,700.00			
Elaborado por: Wilder Sarmiento Rojas		Mano de obra		S/450.00	S/450.00	Cf = 120 s/		
		Material		S/620.00	S/620.00	Utilidad 25%		
		TOTAL		S/1,360.00	S/1,360.00	C.V(servicios) =170		
Descripción		C.unid	Dist( mt)	Tiempo (minutos)	Sinbolos     			Obsevaciones
Recepcion de O.T.								
1	Elaboracion de diseño-plano			240				
2	Material almacenado							Material, laminas metalicas
3	Llevar al area de corte, dobles y rolado		15	5				Corte de material (planchas)
4	Verificar el plano antes de cortar y doblar			5				
5	Corte materiales, para doblado y rolado			70				Planchaso kaminas
6	Verificar el corte y dobles			10				Dobles cuba de tanque y rolado
7	Recoger corte y dobles		15	5				
8	Cortar los perfiles			40				Canales U (para patas) y angulos (para marco y tapa)
9	Verificar los cortes de perfiles			5				Inspección
10	Trazo de canal "U" para perforacion			10				Perfiles
11	Armado de marco			30				Con angulos
12	Trazo de plancha para tapa			10				
13	Verificacion de trazo tapa			5				Inspección
14	Union de tapa y marco			5				Con punto de soldadura
15	Llevar al taladro		10	2				La tapa unida a marco y canales "U" trazadas
16	Taladrar tapa y patas (canal u)			50				
17	Inspeccion de huecos taladrados			5				Inspección
18	Despuntalar tapa y marco			8				
19	Llevar al area de oxicorte la tapa			3				
20	Cortar con oxicorte			25				Realizar agujeros en la tapa.
21	Verificar corte			5				Inspección
22	Limpieza mecanica de corte tapa			20				Esmerilado
23	Llevar planchas al lugar del doblado aletas		5	2				
24	Trazo de planchas para aletas	12 pl		15				Doblado en la maquina dobladora
25	Doblado de aletas	54		216				

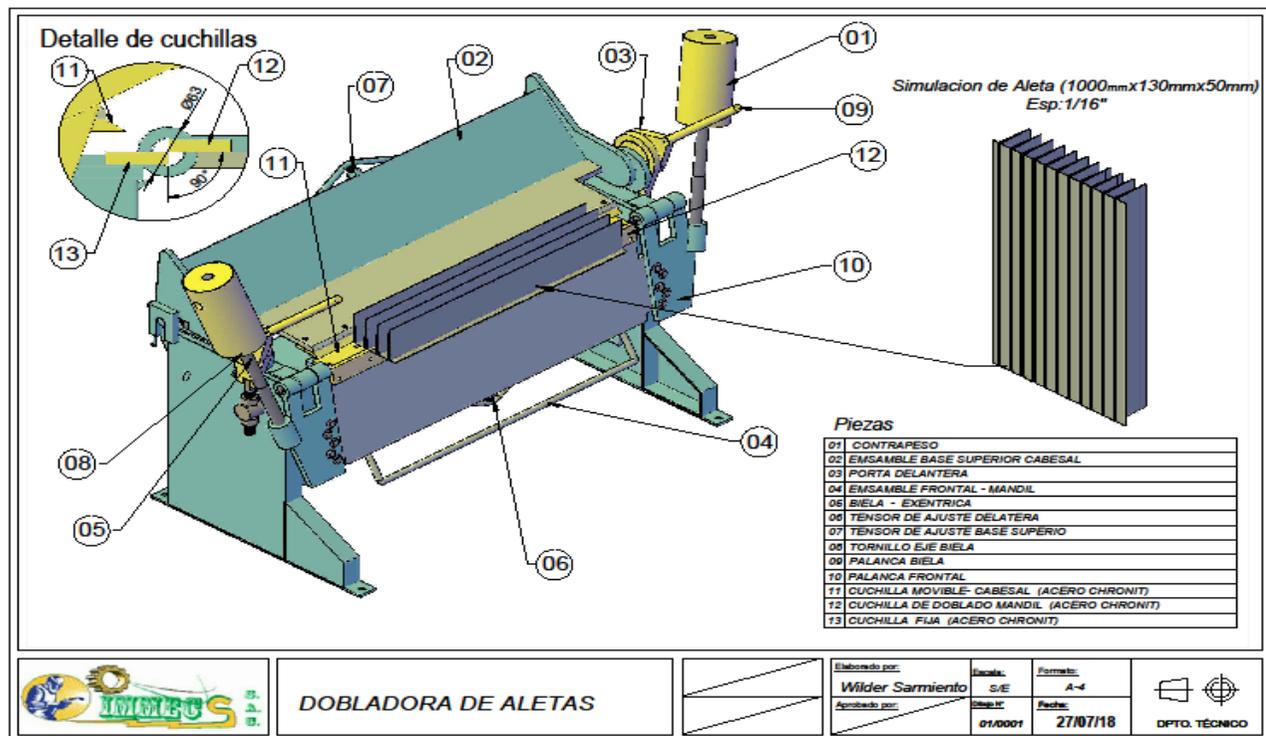
Fuente: Elaboración propia

**Anexo n°. 11. DAP mejorado- proceso de fabricación de tanques aleteado  
(segunda parte).**

26	Verificar la aletas			8						Inspección	
27	Pasar matriz de sierra en la punta de aletas para el soldeo			20							
28	Unir las aletas para completar los paños según el diseño			40						union con soldadura	
29	Inspeccionar la soldadura y cantidad de aletas unidas			5						Inspección	
30	Soldar el conservador			40							
31	Verificar la soldadura			5						Inspección	
32	Trazar para realizar agujeros en el conservador			10							
33	Pasar oxicorte			20							
34	Limpieza mecanica de agujeros			10						Esmerilado	
35	Verificacion de corte			5						Inspección	
36	Llevar materiales habilitado al area de armado			3						Cuba, aletas, marco y patas	
37	Armado de tanque			100							
38	Inspeccion de armado de tanque			20						Inspección	
39	Soldeo de tanque			10							
40	Inspeccion de soldadura de tanque			10						Inspección	
41	limpieza mecanica de tanque									Limpieza de salpicaduras de soldadura	
42	Armado de tapa			60							
43	soldeo de tapa			25						Montaje con rolado	
44	verificacion de tapa			5						Inspección	
45	Tapado de agujeros con empaquetaduras para prueba hermetismo			30							
46	Prueba hermetismo			90						Proceso y inspección	
47	Destapar despues de la prueba			30							
48	Llevar al area de arenado	20		10							
49	Arenar			40							
50	Recoger de arenado	20		10							
51	Verificar arenado			5						Inspección	
52	Limpiar la suciedad de arenado			20							
53	Llevar area de pintura	5		2							
54	Pintar base tanque y tapa			50							
55	Espera de secado de pintura			300						El color que pide el cliente	
56	Verificacion pintura base			5						Inspeccion de pintura base	
57	Pintar acabado tanque y tapa			40							
58	Espera de secado de pintura acabado			460							
59	Inspeccion final			20						Inspeccion visual y espesor de pintura	
60	Llevar al area de almacenaje	10		3						Almacenar	
61	Producto teminado almacenaje									Tanque acabado producto final	
<b>TOTAL</b>				<b>100</b>	<b>2302</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	

Fuente: Elaboración propia

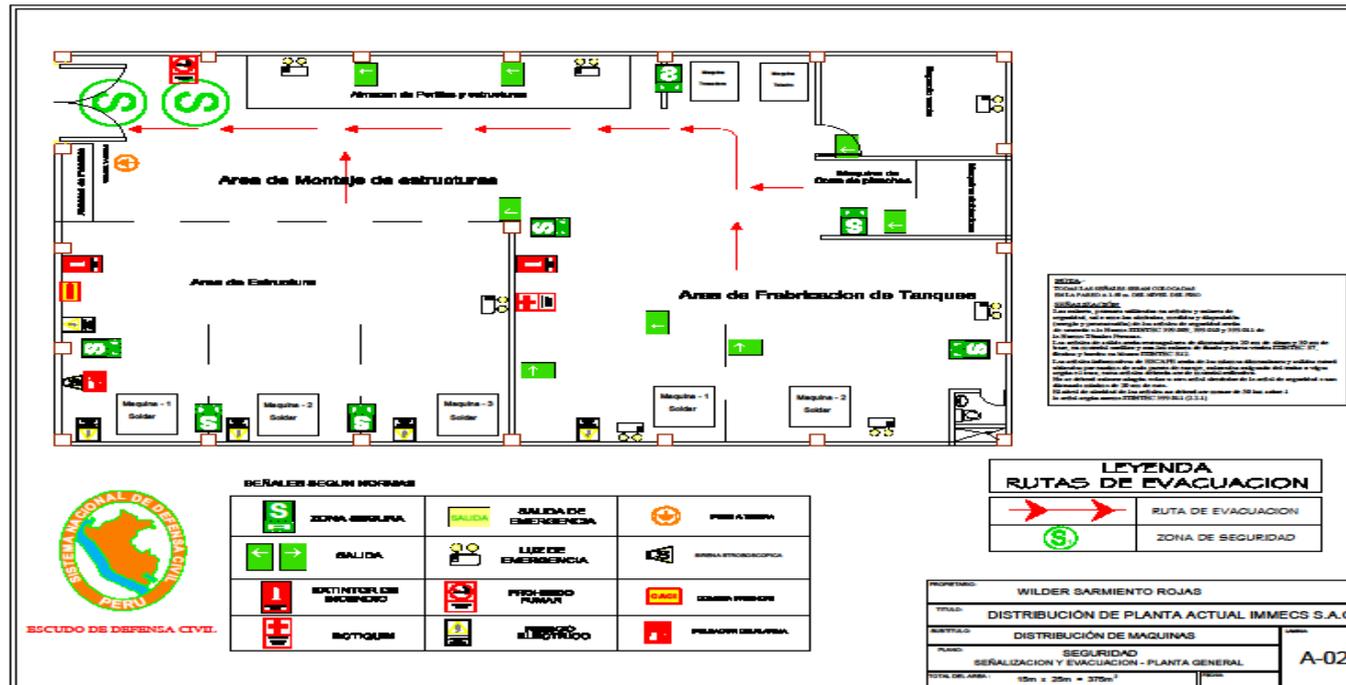
**Anexo n°. 12. Máquina dobladora simulando doblado de aletas**



Fuente: *Elaboración propia*

PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESO PRODUCTIVO EN EL  
ÁREA DE FABRICACIÓN DE TANQUES PARA  
TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS ALETEADOS, MEDIANTE  
UNA MÁQUINA DOBLADORA DE ALETAS EN LA EMPRESA  
IMMECS S.A.C.

Anexo n°. 13. Distribución de planta mejorado



Fuente: *Elaboración propia*

Anexo n°. 14. Modelo de tarjeta roja. Fuente: Gensol (2012)

<b>METODOLOGIA 5S's</b> 		FOLIO: <input type="text"/>	
<b>TARJETA ROJA</b>			
Fecha de Alta:		Fecha Compromiso para Cierre:	
Descripción del Objeto:			
Responsable:			
Propietario:		Área/Departamento/Unidad:	
Acción:			
<b>Categorías</b>			
Insumos:		Documentación Legal:	
Equipo de Oficina:		Producto / Muestras:	
Papelaría y Materiales:		Producto en Proceso:	
Accesorios y Herramientas:		Mobiliario y Equipo:	
Bienes del Cliente:		Desperdicios / Basura:	
Refacciones:		Artículos Personales:	
Cajas y Contenedores:		Otro (Especifique):	
Bolsas:			
<b>Motivos</b>			
No se Utiliza:		Dañado / Maltratado:	
No se Necesita:		Contaminante / Desperdicio:	
Uso Desconocido/Sin Dueño:		Duplicado / Transferencia:	
No Sirve / Descompuesto:		Otro (Especifique):	
Defectuoso:			
Observaciones:			
Autorizo:		Destino Final:	
GEN SOL, S.A. DE C.V. – GENERACION DE SOLUCIONES			

Fuente: Gensol (2012)

**Anexo n°. 15. Cuadro de encuestas necesidades del cliente.**

ITEM	Nombre	Detalle	Preguntas												TOTAL					
			1°				2°				3°				JP	JCC	SP			
			Pedidos entregados a tiempo según fecha de entrega establecido				Producto de calidad optimo				Pedidos entregados en la calidad en cantidad									
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4									
1	Cea	Jefe de produccion (JP)				4							4				4	12		
		jefe de contorl de calidad				4													10	
		Supervisor de proceso				4														12
2	Epli	Jefe de rproduccion				4							4				3	11		
		jefe de control de calidad				4													11	
		Supervisor de proceso				4											3			11
3	Menautt	Jefe de rproduccion				4							4				4	12		
		jefe de contorl de calidad				4													4	
		Supervisor de proceso				4														4
4	Electrovot	Jefe de produccion				4							4				4	12		
		jefe de contorl de calidad				4													12	
		Supervisor de proceso				4														12
<b>Total</b>			0	0	0	48	0	0	0	6	32	0	0	0	9	28	47	37	39	
<b>Total</b>			123												38%	30%	32%			

Fuente. Elaboracion propia

**Anexo n°. 16. Gráfico de pareto necesidades del cliente.**



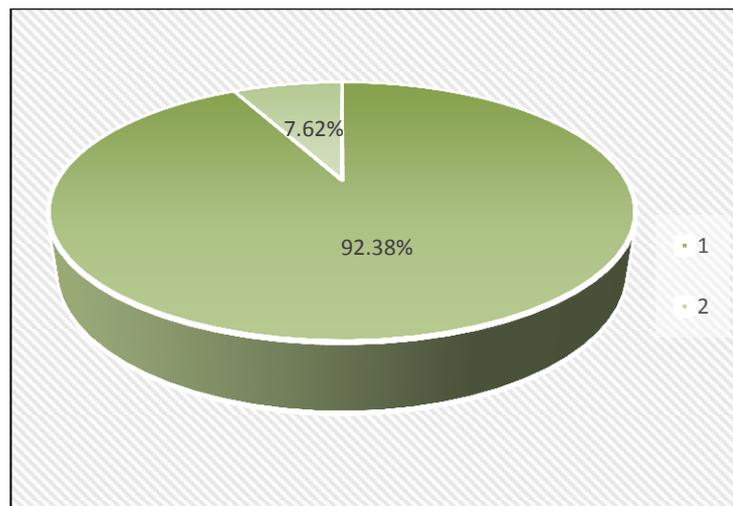
Fuente.Elaboracion propia

**Anexo n°. 17. Indicador de nivel de cumplimiento de tanques aleteado en la empresa  
 IMMECS S.A.C en año 2017**

Mes	Lima			
	Total N° pedidos	Entregas a tiempo	Entregas atrasadas	Nivel de cumplimiento
Enero	16	15	1	94%
Febrero	12	11	1	92%
Marzo	18	17	1	94%
Abril	21	18	3	86%
Mayo	17	17	0	100%
Junio	20	19	1	95%
Julio	21	19	2	90%
Agosto	22	20	2	91%
Setiembre	18	17	1	94%
Octubre	21	20	1	95%
Noviembre	20	18	2	90%
Diciembre	26	24	2	92%
<b>Total</b>	<b>232</b>	<b>215</b>	<b>17</b>	<b>93%</b>

Fuente: *Elaboración propia*

**Anexo n°. 18. Distribucion en porcentaje total de pedidos**



Fuente: *Elaboración propia*

**Anexo n°. 19. Cotización de máquina dobladora modelo 1250D**



**FABRICA DE MAQUINARIAS D'JESUS S.A.C.**

*Fabricación y Servicios de mantenimiento de maquinas y equipos en general:*

*Dobladoras, rolas, guillotinas, prensas, etc.*

*Av. Revolución 2791 Collique – Comas*

*Telf:(01)520-1651 – Cel: 997044535 – Web: [www.dobladorasdejesus.com](http://www.dobladorasdejesus.com)*

---

**COTIZACIÓN 180816**

Comas, 05 abril del 2018

**Sr.: Ingeniería Metalmecánica Sarmiento S.A.C**

**Atención:** Wilder Sarmiento Rojas

En atención a su Solicitud, cumpla con alcanzarle nuestra propuesta de trabajo que ha continuación detallamos:

**DOBLADORA MANUAL 1250D (Reforzada)**

- Máquina manual de trabajo útil 1250mm.
- Construidas en planchas de acero estructura de 3/4" de espesor.
- Cuerpo de mandil en plancha estructural de 3/4".
- Lleva 9 dados altos de diferentes medidas.
- Los Dados llevan Acero CRONIT de Bohler con TRATAMIENTO TÉRMICO.
- La mesa lleva Acero CRONIT de Bohler totalmente RECTIFICADAS.
- El mandil lleva Acero CRONIT de Bohler totalmente RECTIFICADAS.
- Reguladores de Cabezal, excéntrica y dobles en ACERO BOHLER.
- Bocinas principales, Bielas con Bronce antidesgaste.
- Angulo de refuerzo en el mandil.
- Las medidas de cuchillas de mandil son: 3/4 x 75 x 1250mm.
- Máximo dobles de plancha hasta 1/16(ala mínima de 1").
- Lleva 2 excéntricas regulables (para levante de 60mm.).
- Lleva 2 contrapesos de 40 Kg. cada uno.
- Pintura súper gloss verde hoja.
- Peso aprox. 800 Kg.
- Incluye Transporte (Lima).

**COSTO TOTA..... US\$. 3 900.00 (INCLUYE IGV).**

**TIEMPO DE ENTREGA:.....25 Días útiles.**

**FORMA DE PAGO:.....50% - 50%.**

**GARANTIA POR DEFECTO DE FABRICACION.....2 Año.**

Atentamente:

Ing. Jesús Malpartida Gonzales  
Gerente General

*fuentes: Empresa fabricante*

**Anexo n°. 20. Cotización de máquina dobladora modelo 2400D**



**FABRICA DE MAQUINARIAS D'JESUS S.A.C.**

*Fabricación y Servicios de mantenimiento de maquinas y equipos en general:*

*Dobladoras, rolas, guillotinas, prensas, etc.*

*Av. Revolución 2791 Collique – Comas*

*Tel: (01)520-1651 – Cel: 997044535 – Web: www.dobladorasdejesus.com*

---

**COTIZACIÓN 180816**

Comas, 18 Abril del 2018

**Sr.: Ingeniería Metalmecánica Sarmiento S.A.C**

**Atención:** Wilder Sarmiento Rojas

En atención a su Solicitud, cumpla con alcanzarle nuestra propuesta de trabajo que ha continuación detallamos:

**DOBLADORA MANUAL 2400D (Reforzada)**

- Máquina manual de trabajo útil 1250mm.
- Construidas en planchas de acero estructura de 3/4" de espesor.
- Cuerpo de mandil en plancha estructural de 3/4".
- Lleva 9 dados altos de diferentes medidas.
- Los Dados llevan Acero CRONIT de Bohler con TRATAMIENTO TÉRMICO.
- La mesa lleva Acero CRONIT de Bohler totalmente RECTIFICADAS.
- El mandil lleva Acero CRONIT de Bohler totalmente RECTIFICADAS.
- Reguladores de Cabezal, excéntrica y dobles en ACERO BOHLER.
- Bocinas principales, Bielas con Bronce antidesgaste.
- Angulo de refuerzo en el mandil.
- Las medidas de cuchillas de mandil son: ¾ x 75 x 1250mm.
- Máximo dobles de plancha hasta 1/16(ala mínima de 1").
- Lleva 2 excéntricas regulables (para levante de 60mm).
- Lleva 2 contrapesos de 40 Kg. cada uno.
- Pintura súper gloss verde hoja.
- Peso aprox. 800 Kg.
- Incluye Transporte (Lima).

**COSTO TOTA..... US\$. 4900.00 (INCLUYE IGV).**

**TIEMPO DE ENTREGA:.....25 Días útiles.**

**FORMA DE PAGO:.....50% - 50%.**

**GARANTIA POR DEFECTO DE FABRICACION.....2 Año.**

Atentamente:

Ing. Jesús Malpartida Gonzales  
Gerente General

*Fuente: Empresa fabricante*

**Anexo n°. 21. Tabla de costos de fabricación de tanques aleteado**

VENTAS DE TANQUES MODELO ALETEADO DE DIFERENTES POTENCIAS O TAMAÑOS EN EL AÑO 2017 - EN LA EMPRESA IMMECS S.A.C.																																																																																			
MES	O.T	POTENCIA DE TANQUES(KV A)	UNIDAD - TANQUES FABRICADAS	NUMERO DE ALETAS POR TANQUE	CANTIDAD TOTAL ALETA X TANQUE	COSTO UNITARIO DE ALETA SERVICIOS	COSTO DE ALETAS X TANQUE (UNITARIO)	COSTO TOTAL DE ALETAS POR CANTIDAD DE TANQUES	COSTOS Y GASTOS						Egresos	COSTO UNITARIO DE TANQUES SIN UTILIDAD	COSTO TOTAL DE TANQUES	UTILIDAD 25%	COSTO TOTAL DE TANQUES	VENTAS TOTAL-MES																																																															
									ENERGIA ELECTRICA	MANO DE OBRA	GASTOS ADMINISTRATIVOS	LOCAL	MATERIA PRIMA	OTROS							TRANSPORTE 356 viajes al año por tema de dobles de																																																														
ENER	300036	315	2	58	116	3.5	\$/203.00	\$/406.00	\$/400.00	\$/4,700.00	\$/520.00	\$/1,500.00	\$/3,252.59	\$/412.12	\$/325	\$/24,227.82	\$/2,770.00	\$/5,540.00	\$/1,385.00	\$/6,925.00																																																															
	300011	160	4	36	144	3.5	\$/126.00	\$/504.00													\$/2,489.35	\$/315.41	\$/248	\$/1,060.00	\$/4,240.00	\$/1,060.00	\$/5,300.00																																																								
	38878	100	2	42	84	3.5	\$/147.00	\$/294.00																				\$/1,034.49	\$/131.08	\$/103	\$/1,042.00	\$/2,084.00	\$/521.00	\$/2,605.00																																																	
	39599	500	2	66	132	3.5	\$/231.00	\$/462.00																											\$/805.00	\$/1,610.00	\$/402.50	\$/2,012.50																																													
	39599	50	2	32	64	3.5	\$/112.00	\$/224.00																															\$/881.00	\$/1,762.00	\$/440.50	\$/2,202.50																																									
	39601	75	2	54	108	3.5	\$/189.00	\$/378.00																																			\$/2,202.50																																								
FEBRERO	39351	600	1	70	70	3.5	\$/245.00	\$/245.00	\$/400.00	\$/4,700.00	\$/520.00	\$/1,500.00	\$/2,260.37	\$/286.40	\$/226	\$/39,468.75	\$/3,850.00	\$/3,850.00	\$/962.50	\$/4,812.50																																																															
	300009	125	4	52	208	3.5	\$/182.00	\$/728.00													\$/7,280.16	\$/922.44	\$/727	\$/3,100.00	\$/12,400.00	\$/3,100.00	\$/15,500.00																																																								
	300019	1000	2	78	156	3.5	\$/273.00	\$/546.00																				\$/8,336.96	\$/1,056.34	\$/832	\$/7,100.00	\$/14,200.00	\$/3,550.00	\$/17,750.00																																																	
	300038	315	4	66	264	3.5	\$/231.00	\$/924.00																											\$/6,505.18	\$/824.24	\$/649	\$/2,770.00	\$/11,080.00	\$/2,770.00	\$/13,850.00																																										
3000154	50	9	32	288	3.5	\$/112.00	\$/1,008.00	\$/4,702.75	\$/595.86	\$/469	\$/890.00	\$/8,010.00	\$/2,002.50	\$/10,012.50																																																																					
MARZO	300111	37.5	5	28	140	3.5	\$/98.00								\$/490.00	\$/2,407.15	\$/305.00	\$/240	\$/17,338.41	\$/820.00	\$/4,100.00	\$/1,025.00	\$/5,125.00																																																												
ABRIL	3000152	100	2	56	112	3.5	\$/196.00	\$/392.00	\$/400.00	\$/4,700.00	\$/520.00	\$/1,500.00	\$/1,232.93	\$/156.22	\$/123									\$/16,978.53	\$/1,050.00	\$/2,100.00	\$/525.00	\$/2,625.00																																																							
	3000142	75	3	54	162	3.5	\$/189.00	\$/567.00								\$/1,726.10	\$/218.71	\$/172	\$/980.00	\$/2,940.00	\$/735.00	\$/3,675.00																																																													
	3000154	50	7	32	224	3.5	\$/112.00	\$/784.00															\$/3,657.70						\$/463.45	\$/365	\$/890.00	\$/6,230.00	\$/1,557.50	\$/7,787.50																																																	
MAYO	860	250	3	66	198	3.5	\$/231.00	\$/693.00	\$/400.00	\$/4,700.00	\$/520.00	\$/1,500.00	\$/3,881.97	\$/491.87	\$/387	\$/49,686.98	\$/2,204.00	\$/6,612.00	\$/1,653.00	\$/8,265.00																																																															
	300215	160	2	36	72	3.5	\$/126.00	\$/252.00													\$/1,479.52	\$/187.46	\$/148	\$/1,260.00	\$/2,520.00	\$/630.00	\$/3,150.00																																																								
	300213	50	5	9	45	3.5	\$/31.50	\$/157.50																				\$/2,935.55	\$/371.95	\$/293	\$/1,000.00	\$/5,000.00	\$/1,250.00	\$/6,250.00																																																	
	300214	75	3	28	84	3.5	\$/98.00	\$/294.00																											\$/1,690.88	\$/214.24	\$/169	\$/960.00	\$/2,880.00	\$/720.00	\$/3,600.00																																										
	300216	50	2	9	18	3.5	\$/31.50	\$/63.00																																		\$/1,127.25	\$/142.83	\$/113	\$/960.00	\$/1,920.00	\$/480.00	\$/2,400.00																																			
	51889	200	2	54	108	3.5	\$/189.00	\$/378.00																																									\$/4,344.61	\$/550.49	\$/434	\$/3,700.00	\$/7,400.00	\$/1,850.00	\$/9,250.00																												
	51890	320	2	64	128	3.5	\$/224.00	\$/448.00																																																\$/4,696.88	\$/595.12	\$/469	\$/4,000.00	\$/8,000.00	\$/2,000.00	\$/10,000.00																					
	51891	400	2	62	124	3.5	\$/217.00	\$/434.00																																																							\$/5,283.99	\$/669.51	\$/527	\$/4,500.00	\$/9,000.00	\$/2,250.00	\$/11,250.00														
	51896	200	3	62	186	3.5	\$/217.00	\$/651.00																																																														\$/6,516.92	\$/825.73	\$/650	\$/3,700.00	\$/11,100.00	\$/2,775.00	\$/13,875.00							
	300255	50	2	32	64	3.5	\$/112.00	\$/224.00																																																																					\$/2,301.47	\$/291.61	\$/230	\$/1,960.00	\$/3,920.00	\$/980.00	\$/4,900.00
	300263	25	4	24	96	3.5	\$/84.00	\$/336.00																																																																											
JUNIO	300221	125	3	32	96	3.5	\$/112.00	\$/336.00	\$/400.00	\$/4,700.00	\$/520.00	\$/1,500.00	\$/2,219.28	\$/281.19	\$/222	\$/21,402.87	\$/1,260.00	\$/3,780.00	\$/945.00	\$/4,725.00																																																															
	51888	160	4	36	144	3.5	\$/126.00	\$/504.00													\$/3,099.94	\$/392.78	\$/309	\$/1,320.00	\$/5,280.00	\$/1,320.00	\$/6,600.00																																																								
	300234	25	1	24	24	3.5	\$/84.00	\$/84.00																				\$/393.36	\$/49.84	\$/39	\$/670.00	\$/670.00	\$/167.50	\$/837.50																																																	
	300235	50	1	9	9	3.5	\$/31.50	\$/31.50																											\$/587.11	\$/74.39	\$/59	\$/1,000.00	\$/1,000.00	\$/250.00	\$/1,250.00																																										

Fuente: Elaboración propia

**Anexo n°. 22. Tabla de costos de fabricación de tanques aleteado**

JULIO	300323	160	3	34	102	3.5	S/119.00	S/357.00	S/400.00	S/4,700.00	S/520.00	S/1,500.00	S/2,342.57	S/296.82	S/234	S/1,330.00	S/3,990.00	S/997.50	S/4,987.50	
	300325	25	7	24	168	3.5	S/84.00	S/588.00					S/3,164.52	S/400.96	S/316	S/770.00	S/5,390.00	S/1,347.50	S/6,737.50	
	300324	37.5	2	8	16	3.5	S/28.00	S/56.00					S/1,009.83	S/127.95	S/101	S/860.00	S/1,720.00	S/430.00	S/2,150.00	
	300313	37.5	6	24	144	3.5	S/84.00	S/504.00					S/2,888.58	S/366.00	S/288	S/820.00	S/4,920.00	S/1,230.00	S/6,150.00	
	300320	25	2	10	20	3.5	S/35.00	S/70.00					S/786.73	S/99.68	S/79	S/670.00	S/1,340.00	S/335.00	S/1,675.00	
	300312	37.5	1	9	9	3.5	S/31.50	S/31.50					S/563.63	S/71.41	S/56	S/960.00	S/960.00	S/240.00	S/1,200.00	
	300308	37.5	1	32	32	3.5	S/112.00	S/112.00					S/540.14	S/68.44	S/54	S/920.00	S/920.00	S/230.00	S/1,150.00	
	8255	75	1	42	42	3.5	S/147.00	S/147.00					S/639.95	S/81.09	S/64	S/1,090.00	S/1,090.00	S/272.50	S/1,362.50	
	8246	320	1	66	66	3.5	S/231.00	S/231.00					S/1,592.16	S/201.74	S/159	S/2,711.86	S/2,711.86	S/677.97	S/3,389.83	
	300309	160	2	36	72	3.5	S/126.00	S/252.00					S/1,596.94	S/202.34	S/159	S/1,360.00	S/2,720.00	S/680.00	S/3,400.00	
300273	160	1	32	32	3.5	S/112.00	S/112.00	S/745.63	S/94.48	S/74	S/1,270.00	S/1,270.00	S/317.50	S/1,587.50						
300278	160	1	32	32	3.5	S/112.00	S/112.00	S/745.63	S/94.48	S/74	S/30,072.67	S/1,270.00	S/1,270.00	S/317.50	S/1,587.50					
AGOSTO	300388	15	6	24	144	3.5	S/84.00	S/504.00	S/2,606.77	S/330.29	S/260	S/740.00	S/4,440.00	S/1,110.00	S/5,550.00					
	300367	25	4	22	88	3.5	S/77.00	S/308.00	S/1,620.42	S/205.32	S/162	S/690.00	S/2,760.00	S/690.00	S/3,450.00					
	300348	100	2	16	32	3.5	S/56.00	S/112.00	S/1,315.13	S/166.63	S/131	S/1,120.00	S/2,240.00	S/560.00	S/2,800.00					
	300327	75	1	14	14	3.5	S/49.00	S/49.00	S/557.75	S/70.67	S/56	S/950.00	S/950.00	S/237.50	S/1,187.50					
SEPTIEMBRE	300407	15	5	24	120	3.5	S/84.00	S/420.00	S/2,172.31	S/275.24	S/217	S/740.00	S/3,700.00	S/925.00	S/4,625.00					
	300458	50	4	32	128	3.5	S/112.00	S/448.00	S/2,160.56	S/273.76	S/216	S/920.00	S/3,680.00	S/920.00	S/4,600.00					
	300444	15	2	24	48	3.5	S/84.00	S/168.00	S/868.92	S/110.10	S/87	S/740.00	S/1,480.00	S/370.00	S/1,850.00					
	300409	50	2	24	48	3.5	S/84.00	S/168.00	S/1,080.28	S/136.88	S/108	S/920.00	S/1,840.00	S/460.00	S/2,300.00					
38878	100	3	42	126	3.5	S/147.00	S/441.00	S/6,235.11	S/790.02	S/622	S/3,540.00	S/10,620.00	S/2,655.00	S/13,275.00						
OCTUBRE	300512	100	2	32	64	3.5	S/112.00	S/224.00	S/1,491.26	S/188.95	S/149	S/1,270.00	S/2,540.00	S/635.00	S/3,175.00					
	300513	125	2	18	36	3.5	S/63.00	S/126.00	S/1,514.74	S/191.93	S/151	S/1,290.00	S/2,580.00	S/645.00	S/3,225.00					
	300505	75	1	14	14	3.5	S/49.00	S/49.00	S/575.37	S/72.90	S/57	S/980.00	S/980.00	S/245.00	S/1,225.00					
	300507	50	3	18	54	3.5	S/63.00	S/189.00	S/3,240.85	S/410.63	S/323	S/1,840.00	S/5,520.00	S/1,380.00	S/6,900.00					
	300465	1000	3	74	222	3.5	S/259.00	S/777.00	S/10,567.98	S/1,339.02	S/1,055	S/6,000.00	S/18,000.00	S/4,500.00	S/22,500.00					
	300467	120	2	50	100	3.5	S/175.00	S/350.00	S/2,231.02	S/282.68	S/223	S/1,900.00	S/3,800.00	S/950.00	S/4,750.00					
	300491	25	5	24	120	3.5	S/84.00	S/420.00	S/1,614.55	S/204.57	S/161	S/550.00	S/2,750.00	S/687.50	S/3,437.50					
NOVIEMBRE	300568	160	2	40	80	3.5	S/140.00	S/280.00	S/1,596.94	S/202.34	S/159	S/1,360.00	S/2,720.00	S/680.00	S/3,400.00					
	8246	320	4	58	232	3.5	S/203.00	S/812.00	S/6,269.14	S/794.33	S/626	S/2,669.49	S/10,677.96	S/2,669.49	S/13,347.45					
	300553	37.5	8	24	192	3.5	S/84.00	S/672.00	S/4,133.25	S/523.71	S/413	S/880.00	S/7,040.00	S/1,760.00	S/8,800.00					
	300534	15	3	24	72	3.5	S/84.00	S/252.00	S/1,479.52	S/187.46	S/148	S/840.00	S/2,520.00	S/630.00	S/3,150.00					
	300537	50	4	32	128	3.5	S/112.00	S/448.00	S/2,160.56	S/273.76	S/216	S/920.00	S/3,680.00	S/920.00	S/4,600.00					
DICIEMBRE	300610	50	12	28	336	3.5	S/98.00	S/1,176.00	S/7,221.45	S/915.00	S/721	S/1,025.00	S/12,300.00	S/3,075.00	S/15,375.00					
	300304	50	2	18	36	3.5	S/63.00	S/126.00	S/1,080.28	S/136.88	S/108	S/920.00	S/1,840.00	S/460.00	S/2,300.00					
	300600	50	7	24	168	3.5	S/84.00	S/588.00	S/3,780.99	S/479.07	S/377	S/920.00	S/6,440.00	S/1,610.00	S/8,050.00					
	300570	160	1	28	28	3.5	S/98.00	S/98.00	S/733.89	S/92.99	S/73	S/1,250.00	S/1,250.00	S/312.50	S/1,562.50					
	300612	25	2	18	36	3.5	S/63.00	S/126.00	S/868.92	S/110.10	S/87	S/740.00	S/1,480.00	S/370.00	S/1,850.00					
<b>TOTAL</b>		<b>232</b>	<b>2398</b>	<b>7069</b>			<b>S/8,393.00</b>	<b>S/24,741.50</b>	<b>S/4,800.00</b>	<b>S/56,400.00</b>	<b>S/6,240.00</b>	<b>S/18,000.00</b>	<b>S/178,369.78</b>	<b>S/22,600.41</b>	<b>S/17,803</b>	<b>S/328,955</b>	<b>S/109,704.35</b>	<b>S/303,809.82</b>	<b>S/50,807.32</b>	<b>S/379,762.28</b>

Fuente: Elaboración propia

**Anexo n°. 23. Flujo de caja proyectado en 1 año, para la mejora de proceso productivo de tanques aleteado.**

CUADRO DE VENTAS ESTIMADAS CON MAQUINA PROPIA- IMMECS S.A.C. 2019														
META UNIDAD DE TANQUE A FABRICAR	NUMERO DE ALETAS POR TANQUE	COSTO UNITARIO DE ALETA MÁQUINA PROPIA	CANTIDAD DE ALETAS PROCESADAS	COSTO TOTAL DE ALETAS POR CANTIDAD DE TANQUES	Egresos				Egresos totales	Ingreso por servicio de dobles de aletas 7610 unidaes	COSTO UNITARIO DE TANQUE	COSTO TOTAL DE TANQUES	UTILIDAD	
					Transporte	costos fijos - variables	GASTOS ADMINISTRATIVOS	MATERIA PRIMA						
254	30	S/1.54	7609.501808	S/11,718.63	S/3,000.00	S/97,800.00	S/6,240.00	S/221,588.69	S/328,628.69	S/11,074.73	S/1,680.00	S/437,206.83	S/108,578.14	
TOTAL					S/668,332.11									
FLUJO ECONÓMICO VENTAS PROYECTADAS EN LA EMPRESA IMMECS S.A.C. PARA EL AÑO 2019( EN NUEVOS SOLES)														
	Mes cero	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<b>Ingreso</b>		S/34,470.00	S/34,815.30	S/35,164.05	S/35,516.29	S/35,872.06	S/36,231.38	S/36,594.29	S/36,960.83	S/37,331.04	S/37,704.95	S/38,082.60	S/38,464.03	S/437,206.83
<b>Ingreso por servicio de doblado de aletas</b>		S/870.00	S/879.30	S/888.69	S/898.18	S/907.76	S/917.44	S/927.21	S/937.09	S/947.06	S/957.13	S/967.30	S/977.57	S/11,074.73
<b>Ventas</b>		S/33,600.00	S/33,936.00	S/34,275.36	S/34,618.11	S/34,964.29	S/35,313.94	S/35,667.08	S/36,023.75	S/36,383.99	S/36,747.83	S/37,115.30	S/37,486.46	S/426,132.10
Cantidad		20	20	20	21	21	21	21	21	22	22	22	22	254
Precio		S/1,680.00	S/1,680.00	S/1,680.00	S/1,680.00	S/1,680.00	S/1,680.00	S/1,680.00	S/1,680.00	S/1,680.00	S/1,680.00	S/1,680.00	S/1,680.00	S/20,160.00
<b>Egresos</b>		S/26,392.00	S/26,566.72	S/26,743.19	S/26,921.42	S/27,101.43	S/27,283.25	S/27,466.88	S/27,652.35	S/27,839.67	S/28,028.87	S/28,219.96	S/28,412.96	S/328,628.69
<b>Compras</b>		S/17,472.00	S/17,646.72	S/17,823.19	S/18,001.42	S/18,181.43	S/18,363.25	S/18,546.88	S/18,732.35	S/18,919.67	S/19,108.87	S/19,299.96	S/19,492.96	S/221,588.69
Materia prima		S/17,472.00	S/18,664.80	S/18,851.45	S/19,039.96	S/19,230.36	S/19,422.67	S/19,616.89	S/19,813.06	S/20,011.19	S/20,211.30	S/20,413.42	S/20,617.55	S/233,364.66
<b>Transporte</b>		S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/250.00	S/3,000.00
<b>Costos fijos-Variables</b>		8150	S/8,150.00	S/8,150.00	S/8,150.00	S/8,150.00	S/8,150.00	S/8,150.00	S/8,150.00	S/8,150.00	S/8,150.00	S/8,150.00	S/8,150.00	S/97,800.00
Alquiler local		S/1,500.00	S/1,500.00	S/1,500.00	S/1,500.00	S/1,500.00	S/1,500.00	S/1,500.00	S/1,500.00	S/1,500.00	S/1,500.00	S/1,500.00	S/1,500.00	S/18,000.00
Servicios basicos (energia electrica, agua, internet, telefono)		S/650.00	S/650.00	S/650.00	S/650.00	S/650.00	S/650.00	S/650.00	S/650.00	S/650.00	S/650.00	S/650.00	S/650.00	S/7,800.00
Mano de obra		S/6,000.00	S/6,000.00	S/6,000.00	S/6,000.00	S/6,000.00	S/6,000.00	S/6,000.00	S/6,000.00	S/6,000.00	S/6,000.00	S/6,000.00	S/6,000.00	S/72,000.00
<b>Gastos administrativos</b>		S/520.00	S/520.00	S/520.00	S/520.00	S/520.00	S/520.00	S/520.00	S/520.00	S/520.00	S/520.00	S/520.00	S/520.00	S/6,240.00
<b>Flujo (Neto) del mes</b>	-16268	S/8,078.00	S/8,248.58	S/8,420.87	S/8,594.87	8770.623203	8948.129435	9127.41073	9308.484836	9491.369685	9676.083381	9862.644215	10051.07066	S/108,578.14

Fuente: Elaboración propia

**Anexo n°. 24.** Flujo de caja proyectado para servicio de doblado de aletas.

FLUJO ECONÓMICO DE SERVICIOS DE DOBLADO DE ALETAS PROYECTADAS EN LA EMPRESA IMMECS S.A.C. PARA EL AÑO 2019 ( EN NUEVOS SOLES)														
	Mes cero	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<b>Ingreso</b>		S/1,920.00	S/1,939.20	S/1,958.59	S/1,978.18	S/1,997.96	S/2,017.94	S/2,038.12	S/2,058.50	S/2,079.08	S/2,099.88	S/2,120.87	S/2,142.08	S/24,350.41
<b>Ventas</b>		S/1,920.00	S/1,939.20	S/1,958.59	S/1,978.18	S/1,997.96	S/2,017.94	S/2,038.12	S/2,058.50	S/2,079.08	S/2,099.88	S/2,120.87	S/2,142.08	S/24,350.41
Cantidad		600	606	612	618	624	631	637	643	650	656	663	669	7610
Precio servicio (Unitario)		S/3.20	S/3.20	S/3.20	S/3.20	S/3.20	S/3.20	S/3.20	S/3.20	S/3.20	S/3.20	S/3.20	S/3.20	S/38.40
														S/0.00
<b>Egresos</b>		S/1,050.00	S/1,059.90	S/1,069.90	S/1,080.00	S/1,090.20	S/1,100.50	S/1,110.90	S/1,121.41	S/1,132.03	S/1,142.75	S/1,153.58	S/1,164.51	S/13,275.68
<b>Costos fijos-Variables</b>		S/1,050.00	S/1,059.90	S/1,069.90	S/1,080.00	S/1,090.20	S/1,100.50	S/1,110.90	S/1,121.41	S/1,132.03	S/1,142.75	S/1,153.58	S/1,164.51	S/13,275.68
Desgaste máquina		S/66.00	S/66.66	S/67.33	S/68.00	S/68.68	S/69.37	S/70.06	S/70.76	S/71.47	S/72.18	S/72.91	S/73.63	S/837.05
Mano de obra		S/924.00	S/933.24	S/942.57	S/952.00	S/961.52	S/971.13	S/980.84	S/990.65	S/1,000.56	S/1,010.57	S/1,020.67	S/1,030.88	S/11,718.63
<b>Gastos administrativos</b>		S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/720.00
<b>Flujo (Neto) del mes</b>	0	S/870.00	S/879.30	S/888.69	S/898.18	907.7617293	917.4393466	927.21374	937.0858775	947.0567362	957.1273036	967.2985766	977.5715624	S/11,074.73

Fuente: Elaboración propia

**Anexo n°. 25. Evaluación económica con flujo proyectado.**

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Inversion</b>	-S/16,268.00												
<b>Beneficio</b>		S/8,078.00	S/8,248.58	S/8,420.87	S/8,594.87	S/8,770.62	S/8,948.13	S/9,127.41	S/9,308.48	S/9,491.37	S/9,676.08	S/9,862.64	S/10,051.07
<b>Flujo de caja</b>	-S/16,268.00	S/8,078.00	S/8,248.58	S/8,420.87	S/8,594.87	S/8,770.62	S/8,948.13	S/9,127.41	S/9,308.48	S/9,491.37	S/9,676.08	S/9,862.64	S/10,051.07
<b>Flujo acumulado</b>	-S/16,268.00	-S/8,190.00	S/58.58	S/8,479.45	S/17,074.32	S/25,844.94	S/34,793.07	S/43,920.48	S/53,228.97	S/62,720.34	S/72,396.42	S/82,259.07	S/92,310.14
<b>VPN por mes</b>	-S/16,268.00	S/7,343.64	S/6,817.01	S/6,326.72	S/5,870.41	S/5,445.87	S/5,050.99	S/4,683.80	S/4,776.72	S/4,427.79	S/4,513.96	S/4,182.72	S/3,875.12
<b>COK</b>	<b>10%</b>		<b>Sumatoria de flujos o valor actual (VA)</b>			<b>S/63,314.77</b>							
<b>VAN</b>	<b>S/47,046.77</b>		<b>Inversion en valor absoluto (VA)</b>			<b>S/16,268.00</b>							
<b>TIR</b>	<b>42%</b>		<b>índice de rentabilidad (IR)</b>			<b>3.89</b>							

$$\text{Cuota} = (\text{Monto} * (\text{TEM} * (1 + \text{TEM})^n)) / ((1 + \text{TEM})^n - 1)$$

Concepto	0	1	2	3	4	5
<b>Inversion</b>	-S/16,268.00					
<b>Beneficio</b>		S/8,078.00	S/8,248.58	S/8,420.87	S/8,594.87	S/8,770.62
<b>Flujo de caja</b>	-S/16,268.00	S/8,078.00	S/8,248.58	S/8,420.87	S/8,594.87	S/8,770.62
<b>Flujo acumulado</b>	-S/16,268.00	-S/8,190.00	S/58.58	S/8,479.45	S/17,074.32	S/25,844.94
<b>VPN por mes</b>	-S/16,268.00	S/7,343.64	S/6,817.01	S/6,326.72	S/5,870.41	S/5,445.87
<b>COK</b>	<b>10%</b>		<b>Sumatoria de flujos</b>			<b>S/31,803.65</b>
<b>VAN</b>	<b>S/15,535.65</b>		<b>Inversion en valor absoluto (VA)</b>			<b>S/16,268.00</b>
<b>TIR</b>	<b>42%</b>		<b>índice de rentabilidad (IR)</b>			<b>1.95</b>

Fuente: Elaboración propia

**Anexo n°. 26. Modelo de tarjeta roja.**

<b>TARJETA ROJA</b>													
<b>Categoría</b>	<b>Razón</b>												
Máquinas <input type="checkbox"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">No se necesita</td> <td style="width: 20%; text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Defectuoso</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Uso desconocido</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Material de desperdicio</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>No se usara pronto</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Otra</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	No se necesita	<input type="checkbox"/>	Defectuoso	<input type="checkbox"/>	Uso desconocido	<input type="checkbox"/>	Material de desperdicio	<input type="checkbox"/>	No se usara pronto	<input type="checkbox"/>	Otra	<input type="checkbox"/>
No se necesita		<input type="checkbox"/>											
Defectuoso		<input type="checkbox"/>											
Uso desconocido		<input type="checkbox"/>											
Material de desperdicio		<input type="checkbox"/>											
No se usara pronto		<input type="checkbox"/>											
Otra		<input type="checkbox"/>											
Accesorios y herramientas <input type="checkbox"/>													
Materiales <input type="checkbox"/>													
Paredes <input type="checkbox"/>													
Equipos de planta <input type="checkbox"/>													
Producto terminado <input type="checkbox"/>													
Producto en proceso <input type="checkbox"/>													
<b>Destino</b>													
Enviar en cuarentena <input type="checkbox"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Destruir/Tirar</td> <td style="width: 20%; text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Enviar a almacen</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Otro: .....</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Destruir/Tirar	<input type="checkbox"/>	Enviar a almacen	<input type="checkbox"/>	Otro: .....	<input type="checkbox"/>						
Destruir/Tirar	<input type="checkbox"/>												
Enviar a almacen	<input type="checkbox"/>												
Otro: .....	<input type="checkbox"/>												
<b>Artículo</b>	<b>Cantidad</b>												
<b>Fecha en que se realizó</b>													
<b>Realizó</b>	<b>Decide destino</b>												

AUTOR: Wilder Sarmiento R.

Fuente: *Elaboración propia*

**Anexo n°. 27. Formato para control de actividades de proceso productivo.**

DIAGRAMA ANALITICO ( DAP ) OPERACIÓN/MATERIAL/EQUIPO									
DIAGRAMA N° 1			RESUMEN						
OBJETIVO:	ACTIVIDAD			N°			SUGERENCIAS		
Proceso:      Metodo :	Operación 								
	Transporte 								
Espera 									
Lugar :      Inspección 									
Operario: (Cargo)      Almacén 									
Fecha:      Distancia      Metros									
Tiempo      Horas									
Nombre Apellidos:      Material									
TOTAL									
Descripción	Cantidad (unidad)	Dist( mt)	Tiempo ( horas)	Sinbolos					OBSERVACIONES
									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
TOTAL									

Fuente: Elaboración propia

