

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico

PROYECTO TÉCNICO:

**“PROPUESTA DE MEJORA PARA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y
ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE
PIEZAS POR INYECCIÓN DE ALUMINIO EN LA EMPRESA
INDUSTRIAS ST-PASAL”**

Autores:

Wilmer Patricio Cáceres Niveló

Carlos Israel Sarmiento Novillo

Tutora:

Ing. Adriana Guamán Buestán M.Sc.

Cuenca – Ecuador

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Wilmer Patricio Cáceres Niveló, con documento de identificación No. 0106067093 y Carlos Israel Sarmiento Novillo, con documento de identificación No. 0104127311, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE MEJORA PARA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE PIEZAS POR INYECCIÓN DE ALUMINIO EN LA EMPRESA INDUSTRIAS ST-PASAL”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, enero del 2019



Wilmer Patricio Cáceres Niveló
C.I.: 0106067093



Carlos Israel Sarmiento Novillo
C.I.: 0104127311

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE MEJORA PARA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE PIEZAS POR INYECCIÓN DE ALUMINIO EN LA EMPRESA INDUSTRIAS ST-PASAL”**, realizado por Wilmer Patricio Cáceres Niveló y Carlos Israel Sarmiento Novillo, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, enero del 2019



Ing. Adriana Guamán Bustán M.Sc.

C.I.: 0301534582

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Nosotros Wilmer Patricio Cáceres Niveló, con número de cédula 0106067093 y Carlos Israel Sarmiento Novillo, con número de cédula 0104127311, autores del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE MEJORA PARA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE PIEZAS POR INYECCIÓN DE ALUMINIO EN LA EMPRESA INDUSTRIAS ST-PASAL”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, enero del 2019



Wilmer Patricio Cáceres Niveló
C.I.: 0106067093



Carlos Israel Sarmiento Novillo
C.I.: 0104127311

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado principalmente a mi madre María Niveló, gracias a su apoyo incondicional he logrado cumplir ésta meta, eres una madre ejemplar y por ti soy ahora un profesional y un hombre con grandes valores.

A mi hermana María del Carmen que siempre estuvo ahí cuando más lo necesitaba brindándome su apoyo.

A Soraya Durán y Paulo Ávila gracias por su apoyo y siempre incentivarne a seguir adelante, más que mis amigos se han convertido en mi familia.

Wilmer.

Dedico este trabajo a mis padres Carlos y Janeth, los cuales me brindaron su apoyo y consejos para culminar una meta más en mi vida. A mis hermanos David y Sofía por estar siempre a mi lado y brindarme momentos de alegría.

A todos mis familiares, amigos y compañeros que me han acompañado durante este largo camino... Gracias.

Carlos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por darnos el regalo más grande la vida y habernos permitido llegar a ser profesionales, a la Universidad Politécnica Salesiana por habernos formado en el campo académico y de manera especial a la Ing. Adriana Guamán M. Sc. por su gran apoyo, consejos y guía durante la realización de este trabajo de titulación, además al Ing. Luis López que desde el principio nos brindó su apoyo.

Al Sr. Luis Cuenca y al Ing. Paúl Reinoso por la apertura y facilidades que nos brindaron dentro de su empresa para la realización del trabajo de titulación.

RESUMEN

Se realizó un estudio de tiempos y movimientos con el fin de determinar el tiempo estándar de cada una de las etapas involucradas en el proceso de producción de asas, además de establecer propuestas de distribución en planta que garanticen un flujo adecuado del proceso y una mejora en tiempos de producción.

Palabras clave: Tiempo estándar, distribución en planta, evaluación económica.

ABSTRACT

A study of times and movements was carried out in order to determine the standard time of each of the stages involved in the process of handles production, besides establishing plant distribution proposals that guarantee an adequate flow of the process and an improvement in production times.

Keywords: Standard time, layout, economic evaluation.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	17
1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	17
1.2 PRODUCTOS Y SERVICIOS.....	18
1.3 MATERIA PRIMA.....	19
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	20
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	21
1.6 OBJETIVOS.....	22
1.7 DELIMITACIÓN	23
1.8 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	23
1.9 MARCO TEORICO	25
1.9.1 MOLDEO POR INYECCIÓN METÁLICA.....	25
1.9.2 FUNDICIÓN INYECTADA EN CÁMARA FRÍA	25
1.9.3 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	26
1.9.4 HERRAMIENTAS EXPLORATORIAS	36
1.9.5 HERRAMIENTAS DE REGISTRO Y ANÁLISIS	36
1.9.6 ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES	37
1.9.7 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.....	38
1.9.8 PRODUCTIVIDAD.....	40
1.9.9 ANÁLISIS B/C (Costo-Beneficio)	40
1.9.10 VAN (Valor Actual Neto).....	41
1.9.11 TIR (Tasa interna de rendimiento).....	42

CAPITULO 2.....	43
2. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ASAS.....	43
2.1 INTRODUCCIÓN.....	43
2.2 ANÁLISIS FODA	43
2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ASAS	47
2.3.1 MANEJO DE LA PRODUCCIÓN	47
2.3.2 ETAPAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ASAS	47
2.4 ANÁLISIS DE LAS ÁREAS DE TRABAJO	55
2.5 ZONA DE PRODUCCIÓN.....	56
2.6 ZONA DE MANTENIMIENTO	64
2.7 ZONA DE OFICINA Y VESTIDORES.....	69
2.8 ZONA EXTERNA	70
2.9 FACTORES DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	72
2.10 CONDICIONES GENERALES DE LAS ÁREAS DE TRABAJO	75
2.11 ANÁLISIS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	76
2.12 TIEMPOS DE PRODUCCIÓN	81
CAPÍTULO 3.....	82
3. ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS	82
3.1 INTRODUCCIÓN.....	82
3.2 DESARROLLO DE LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS.....	82
3.2.1 Paso 1: Establecer el trabajo a estandarizar.....	82
3.2.2 Paso 2: Selección de trabajadores.....	83
3.2.3 Paso 3: Formato para el registro de tiempos.....	84
3.2.4 Paso 4: Delimitación de las etapas	84
3.2.5 Paso 5: Determinación del tamaño de la muestra para cada elemento.....	86

3.2.6	Paso 6: Cálculo del tiempo observado (T_o) o tiempo promedio por elemento	88
3.2.7	Paso 7: Cálculo del tiempo básico (T_n) o tiempo normal	88
3.2.8	Paso 8: Cálculo del tiempo estándar (T.E.)	90
3.2.9	Paso 9: Suavización por frecuencia.....	92
3.2.10	Tiempos estándar	92
CAPÍTULO 4	94
4.	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	94
4.1	INTRODUCCIÓN.....	94
4.2	ANÁLISIS FODA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN.....	94
4.3	LAYOUT ACTUAL.....	96
4.4	DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	99
4.5	ANÁLISIS DEL PROCESO Y DIAGRAMA DE RECORRIDO	102
4.6	PROPUESTAS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	103
4.6.1	PRIMERA PROPUESTA.....	103
4.6.2	SEGUNDA PROPUESTA.....	109
4.6.3	TERCERA PROPUESTA	110
4.6.4	CUARTA PROPUESTA.....	111
4.7	ANÁLISIS DE PROPUESTAS.....	112
CAPÍTULO 5	113
5.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	113
5.1	INTRODUCCIÓN.....	113
5.2	EVALUACIÓN ECONÓMICA – ACTUAL.....	113
5.2.1	DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN	113
5.2.2	ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA.....	117
5.2.3	INDICADORES FINANCIEROS.....	117

5.3	EVALUACIÓN ECONÓMICA –1ra PROPUESTA	117
5.3.1	DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN	117
5.3.2	ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA.....	118
5.3.3	INGRESO POR AHORRO	118
5.3.4	INDICADORES FINANCIEROS.....	119
5.4	EVALUACIÓN ECONÓMICA –2da PROPUESTA	119
5.4.1	DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN	119
5.4.2	ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA.....	120
5.4.3	INGRESO POR AHORRO.....	120
5.5	EVALUACIÓN ECONÓMICA – 3ra PROPUESTA.....	120
5.5.1	DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN	121
5.5.2	ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA.....	121
5.5.3	INGRESO POR AHORRO	121
5.6	EVALUACIÓN ECONÓMICA – 4ta PROPUESTA	122
5.6.1	DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN	122
5.6.2	ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA.....	123
5.6.3	INGRESO POR AHORRO	123
5.7	ANÁLISIS DE RESULTADOS	124
6.	CONCLUSIONES	126
7.	RECOMENDACIONES	128
8.	TRABAJOS FUTUROS.....	128
9.	REFERENCIAS.....	129
10.	ANEXOS.....	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la Empresa “Industrias ST-PASAL”. -----	17
Figura 2. Chatarra de aluminio.-----	19
Figura 3. Diagrama de Ishikawa referente al proceso de producción de asas de la empresa Industrias ST- PASAL. -----	22
Figura 4. Esquema metodológico para el desarrollo del trabajo de titulación “Propuesta de Mejora para Distribución en Planta y Estandarización de Tiempos de Producción de Piezas por Inyección de Aluminio en la Empresa Industrias ST – PASAL”. -----	24
Figura 5. Secuencia del proceso de inyección en cámara fría. -----	25
Figura 6. Principios básicos en una distribución en planta. -----	27
Figura 7. Ejemplo de distribución en cadena-----	29
Figura 8. Ejemplo de distribución por proceso. -----	30
Figura 9. Distribución en planta por células de trabajo. -----	31
Figura 10. Distribución celular en forma de U-----	32
Figura 11. Valores de K para diferentes tipos de industria-----	34
Figura 12. Grafica análisis FODA.-----	46
Figura 13. Fundición de materia prima. (ETAPA 1) -----	48
Figura 14. Lubricación. -----	49
Figura 15. Cierre del molde.-----	49
Figura 16. Activación del pistón.-----	50
Figura 17. Solidificación. -----	50
Figura 18. Cortado del exceso de material. (ETAPA 3) -----	51
Figura 19. Lijado de las asas. (ETAPA 4). -----	51
Figura 20. Troquelado de las piezas. (ETAPA 5). -----	52
Figura 21. Pulido de las piezas. (ETAPA 6). -----	52
Figura 22. Lavado de un lote de asas. (ETAPA 7)-----	53
Figura 23. Pintado de las asas. (ETAPA 8) -----	53
Figura 24. Secado de las asas. (ETAPA 9) -----	54

Figura 25. Empacado de piezas. (ETAPA 10) -----	54
Figura 26. Zonas de trabajo existentes en la empresa. -----	55
Figura 27. Zona de producción. -----	57
Figura 28. Área de fundición e inyección. -----	58
Figura 29. Área de cortado. -----	59
Figura 30. Área de lijado. -----	60
Figura 31. Área de troquelado. -----	60
Figura 32. Área de pulido. -----	61
Figura 33. Área de pintado. -----	62
Figura 34. Área de trabajo común. -----	63
Figura 35. Zona de mantenimiento. -----	64
Figura 36. Área para almacenamiento de materia prima. -----	65
Figura 37. Área de mecanizado. -----	66
Figura 38. Área de herramientas. -----	66
Figura 39. Área para aplicación de pintura electrostática. -----	67
Figura 40. Área de empacado. -----	68
Figura 41. Área de almacenamiento de producto terminado. -----	68
Figura 42. Área de oficina. -----	69
Figura 43. Área de vestidores. -----	70
Figura 44. Área para almacenaje de escoria -----	70
Figura 45. Parqueadero -----	71
Figura 46. Patio de maniobras -----	71
Figura 47. Layout actual. -----	96
Figura 48. Diagrama de recorrido actual -----	99
Figura 49. Interfaz de inicio software Corelap 01. -----	103
Figura 50. Interfaz para introducción de datos en software Corelap 01. -----	104
Figura 51. Diagrama de relación de actividades. -----	105
Figura 52. Interfaz de ordenación de departamentos. -----	106
Figura 53. Resultado gráfico de distribución en planta. -----	107
Figura 54. Diagrama de recorrido (primera propuesta) -----	108
Figura 55. Diagrama de recorrido (segunda propuesta) -----	109
Figura 56. Diagrama de recorrido (tercera propuesta) -----	110
Figura 57. Diagrama de recorrido (cuarta propuesta) -----	111

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Lista de productos y servicios Industrias “ST-PASAL”.	18
Tabla 2. Ventajas y desventajas de la distribución en cadena.	29
Tabla 3. Ventajas y desventajas de la distribución por proceso	30
Tabla 4. Matriz FODA.	44
Tabla 5. Áreas y maquinarias existentes en la empresa.	56
Tabla 6. Listado y especificaciones de máquinas/equipos.	73
Tabla 7. Listado y especificaciones de las distintas áreas de trabajo.	74
Tabla 8. Listado de las máquinas/equipos.	77
Tabla 9. Especificación de las tareas realizadas por cada obrero.	83
Tabla 10. Formato para el registro de tiempos.	84
Tabla 11. Delimitación de las etapas.	85
Tabla 12. Determinación del tamaño de la muestra para cada etapa.	87
Tabla 13. Valoración del ritmo del trabajador.	88
Tabla 14. Suplementos correspondientes a cada etapa.	91
Tabla 15. Tiempos estandarizados.	92
Tabla 16. Análisis FODA proceso productivo.	94
Tabla 17. Análisis de debilidades y amenazas	95
Tabla 18. Área necesaria para cada máquina.	97
Tabla 19. Maquinaria y áreas de la empresa.	97
Tabla 20. Símbolos ASME para diagramas de recorrido.	99
Tabla 21. Cursograma (Actual)	100
Tabla 22. Valoraciones y códigos para análisis de relación de actividades.	105
Tabla 23. Cotización para extensión de edificación.	108
Tabla 24. Rubro de movimiento de maquinaria.	109
Tabla 25. Rubro por movimiento de maquinaria.	111
Tabla 26. Número de piezas generadas con cada propuesta.	112
Tabla 27. Mano de obra directa.	113

Tabla 28. Mano de obra indirecta. -----	114
Tabla 29. Costos fijos. -----	114
Tabla 30. Materia prima directa. -----	114
Tabla 31. Materia prima indirecta. -----	115
Tabla 32. Costos indirectos de fabricación.-----	115
Tabla 33. Costos variables.-----	116
Tabla 34. Costos de producción.-----	116
Tabla 35. Precio del producto.-----	116
Tabla 36. VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y Relación B/C (Costo - Beneficio). -----	117

CAPÍTULO 1

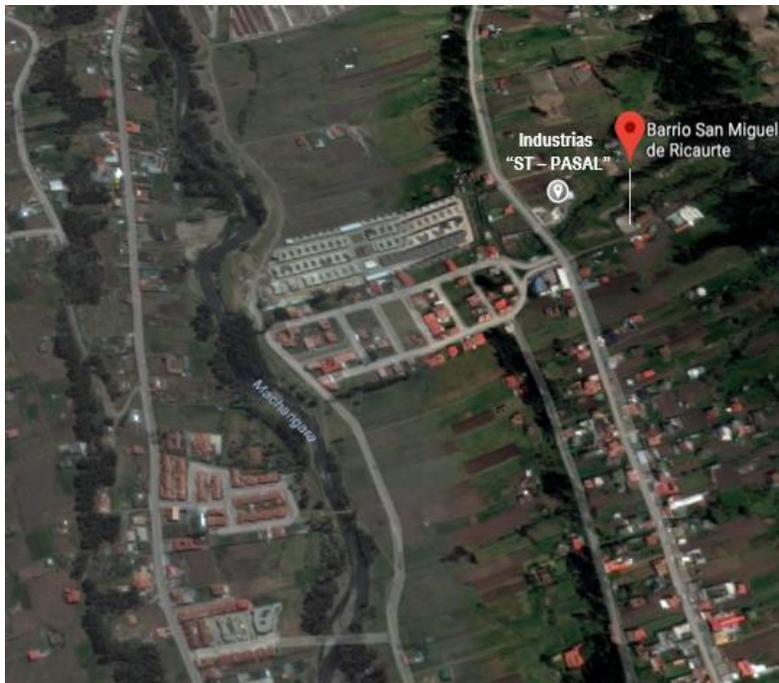
1. INTRODUCCIÓN

Mediante un trabajo de campo se efectuará un diagnóstico del proceso de producción de la empresa Industrias ST-PASAL para poder identificar el flujo del proceso, niveles de producción y áreas de trabajo. Se realizará una estandarización de tiempos y además se establecerán propuestas de distribución en planta, con el fin de mejorar el proceso de producción de aspas.

1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

- **Nombre comercial:** Industrias ST-PASAL.
- **Propietarios:**
Sr. Luis Cuenca
Sr. Paul Reinoso
- **Localización:** La empresa se encuentra ubicada en la Ciudad de Cuenca Provincia del Azuay, situada en el Barrio “San Miguel de Ricaurte”, Vía a San Miguel - Checa.

Figura 1. Localización de la Empresa “Industrias ST-PASAL”.



Fuente: Google Maps Ubicación Satelital 2018.

- **Número de trabajadores:** 7
- **Jornadas de trabajo:** 1
- **Actividad que realiza:** La empresa “Industrias ST – PASAL” es de tipo manufacturera, surge hace aproximadamente dos años, desde entonces y hasta la actualidad brinda servicios en el área de mecanizado, pintura electrostática e inyección metálica (aluminio, zamak y bronce). La actividad principal y de mayor relevancia para el sustento económico de la empresa es la producción de piezas por inyección de aluminio, siendo sus principales clientes UMCO e INDALUM.

1.2 PRODUCTOS Y SERVICIOS

Tabla 1. Lista de productos y servicios Industrias “ST-PASAL”.

PRODUCTOS Y SERVICIOS

LÍNEA DE CERRAMIENTOS

Se producen únicamente bajo pedido, esta producción es demasiado escasa durante el año.



VÁLVULAS

Este producto se diferencia de los otros debido al material que se necesita para elaborarlos (zamak), la producción de dicho producto es escaso durante el año.



ASAS

Es el producto que se elabora continuamente durante todo el año debido a la demanda que tiene, por tanto es el producto que sostiene económicamente a la empresa.



PINTURA ELECTROESTÁTICA

Este servicio lo brinda en gran parte a la empresa INDALUM, no obstante se lo realiza pocas veces durante el año.



Fuentes: Autores.

1.3 MATERIA PRIMA

Figura 2. Chatarra de aluminio.



Fuente: Autores.

La materia prima utilizada para la producción es la chatarra de aluminio, éste material es provisto en la mayoría de ocasiones por sus clientes principalmente UMCO e INDALUM.

- **Chatarra:** Se compone principalmente de los rechazos de utensilios de uso doméstico (sartenes, ollas, platos, tapas) que son desechados y reciclados para su posterior uso en el proceso de inyección.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Como se mencionó la empresa se dedica a la fabricación de diversos productos además de prestar servicios de pintura electrostática. Para lo cual realiza inyección de aluminio, proceso también denominado como fundición a presión, donde se utiliza moldes permanentes (matrices) que constan de dos partes; una fija y otra móvil. En la matriz se inyecta metal fundido a alta presión, que se mantiene durante la solidificación y luego las dos mitades se abren para remover la pieza [1]. Resulta significativo señalar que las piezas producidas por inyección de aluminio son: adornos para cerramientos, válvulas, patas de cangrejo y asas. Los tres primeros en base a pedido, no así las asas que tienen una producción frecuente y continua pues son de mayor demanda, convirtiéndose en el producto estrella y de mayor relevancia para el sustento y operatividad de la empresa; por tanto, el presente trabajo se enfoca únicamente en este, para la estandarización de tiempos.

Debido a que la empresa es relativamente nueva en la industria, actualmente sus procesos productivos son empíricos y hasta cierto punto artesanales; si bien, posee maquinaria y equipos, existen diversos aspectos que generan inconvenientes durante el proceso de producción, como la estructura y secuencia de operaciones, la distribución de áreas y equipos, el almacenamiento de materia prima, desperdicios y producto final, tampoco se consideran tiempos de producción. Este último aspecto es de vital importancia pues los estudios de tiempos y movimientos son de gran relevancia para la programación de las actividades y para el mejoramiento de los procedimientos [2]. Las razones expuestas anteriormente generan múltiples problemas como: exceso de tiempos, flujo inadecuado de los procesos, desperdicios de materiales y materia prima entre otros; resultando importante establecer mejoras y estándares en el proceso de producción que permitan una evaluación de eficiencia en la productividad.

1.5 JUSTIFICACIÓN

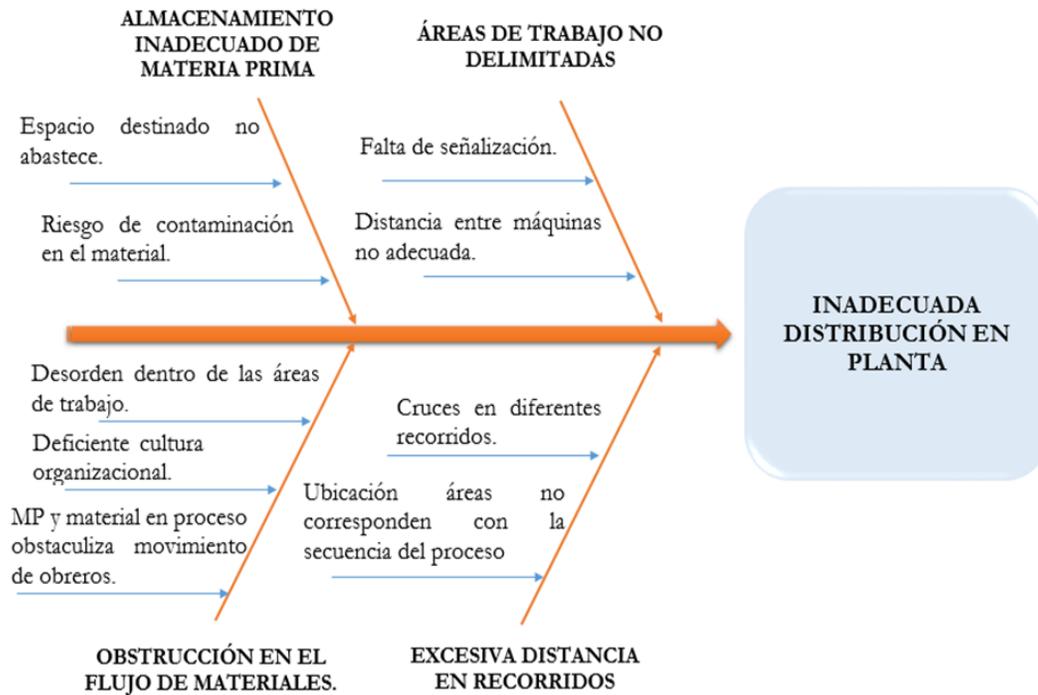
El actual y acelerado desarrollo industrial obliga a las empresas, fábricas y organizaciones, a realizar un mejoramiento continuo tanto en tecnología como en calidad de producción para permanecer en el medio industrial, ser competitivas y ofrecer mayor calidad a sus consumidores, pues resulta trascendental dentro de una organización poseer altos estándares de calidad, tanto para sus productos como para sus empleados [3].

Una incorrecta distribución de planta usualmente es una de las mayores deficiencias de las empresas, el problema de fondo reside en que ni la dirección ni los propios trabajadores suelen encontrar una relación directa entre limpieza, orden, y productividad. Como consecuencia se da lugar a un entorno desordenado en dónde se pierde mucho tiempo buscando materiales y herramientas, además las averías son muy difíciles de detectar, formándose un ambiente desorganizado que hace mucho más desagradable e infructuoso el trabajo [4].

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica que ayuda significativamente a la medición del trabajo, también la medición de la labor es una técnica que se utiliza para determinar el tiempo que requiere un trabajador calificado en realizar una actividad [5]. Por otro lado, los estudios de movimientos pueden ahorrar un porcentaje mayor de costos de manufactura que cualquier otra cosa que se pueda hacer en una planta de manufactura [6]. Dentro de la industria local existe variedad de empresas dedicadas a la fabricación de piezas de aluminio, esta es la razón por la que existe una exigencia del mercado por productos de calidad a bajo costo, esto exige a la empresa “Industrias ST-PASAL” a mejorar el proceso de producción de piezas por inyección de aluminio.

La intención de la empresa es crecer y posicionarse en el campo industrial local, sin embargo, en la actualidad el proceso de fabricación de piezas por inyección de aluminio es llevado de una forma empírica, motivo que oriente a realizar un análisis del proceso de producción de la empresa y de esta manera trabajar en las falencias existentes. El presente trabajo realiza contribuciones prácticas, teóricas y además operacionales, enfocadas a la producción de asas. Específicamente se establece una propuesta de distribución de planta y estandarización de tiempos de producción de piezas por inyección de aluminio dentro de la empresa “Industrias ST-PASAL” para el producto mencionado (asas).

Figura 3. Diagrama de Ishikawa referente al proceso de producción de asas de la empresa Industrias ST- PASAL.



Fuente: Autores.

Con la ayuda del diagrama de Ishikawa se pudo determinar la una de las causas que está afectando proceso de producción de asas dentro de la empresa, siendo una de las más relevantes la inadecuada distribución en planta como consecuencia de varios factores como son; almacenamiento inadecuado de materia prima, áreas de trabajo no delimitadas, obstrucción en el flujo de materiales y excesiva distancia en recorridos.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

Establecer una propuesta de distribución en planta y estandarización de tiempos de producción de piezas por inyección de aluminio (asas) en la empresa “Industrias ST-PASAL”.

1.6.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el proceso de producción de asas en la empresa “Industrias ST-PASAL”.
- Establecer estándares de tiempos en la producción de asas en la empresa “Industrias ST-PASAL”.
- Establecer una propuesta para distribución en planta de acuerdo con los requerimientos del proceso de producción de asas en la empresa “Industrias ST-PASAL”.
- Evaluar económicamente las propuestas establecidas para el proceso de producción de asas en la empresa “Industrias ST-PASAL”.

1.7 DELIMITACIÓN

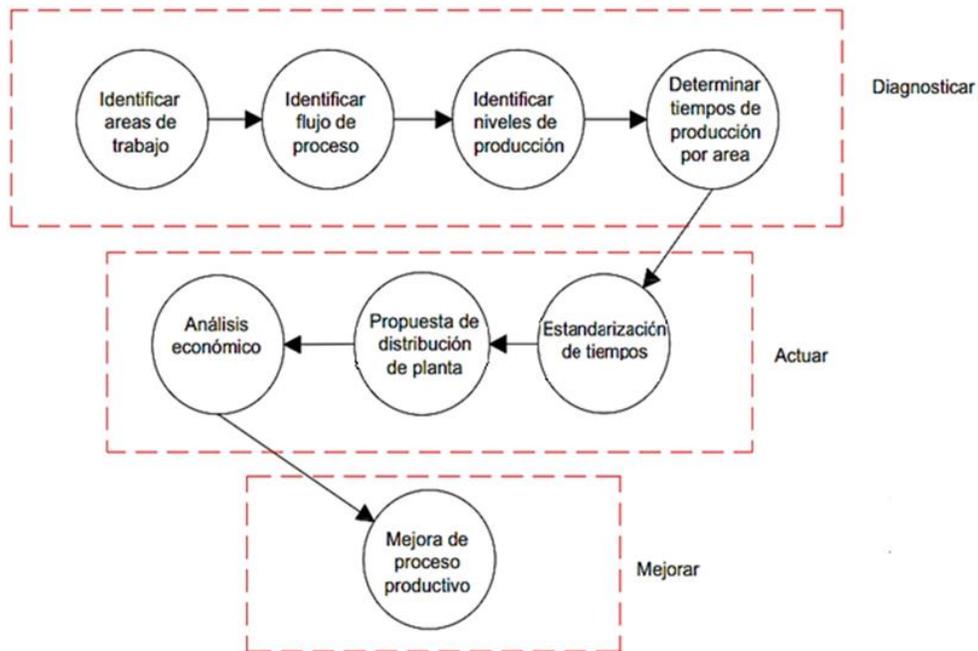
El presente trabajo está delimitado a establecer una propuesta de distribución en planta y estandarización de tiempos de producción de piezas por inyección de aluminio en la empresa Industrias “ST-PASAL”, orientado a la producción de asas. La empresa ha brindado las facilidades pertinentes para realizar el presente trabajo de titulación y los resultados obtenidos serán facilitados a la empresa en mención para su uso según crea conveniente.

1.8 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

Resulta importante establecer una metodología de trabajo, donde se diferencien de manera clara las actividades realizadas, para que el proyecto se desarrolle de forma sistematizada y así cumplir los objetivos planteados.

El esquema que se presenta a continuación (Figura 4) define la metodología de trabajo a seguir estableciendo principalmente tres etapas: diagnosticar, actuar y mejorar, además, cada una de ellas incluye las actividades generales a realizar.

Figura 4. Esquema metodológico para el desarrollo del trabajo de titulación “Propuesta de Mejora para Distribución en Planta y Estandarización de Tiempos de Producción de Piezas por Inyección de Aluminio en la Empresa Industrias ST – PASAL”.



Fuente: Autores.

- **Diagnosticar:** Consiste en realizar un diagnóstico general de la empresa, esto incluye, un reconocimiento, descripción del proceso de producción e identificación de las áreas de trabajo, flujo de proceso, niveles de producción y tiempos de producción actuales.
- **Actuar:** Tras haber realizado el diagnóstico, se procede con la elaboración de la propuesta de distribución en planta con la ayuda de un software (Corelap 01) para la validación de la propuesta, posteriormente se realiza la estandarización de tiempos y finalmente se evalúa económicamente la propuesta.
- **Mejorar:** Finalmente se presenta la propuesta de mejora del proceso productivo, mediante un análisis.

1.9 MARCO TEORICO

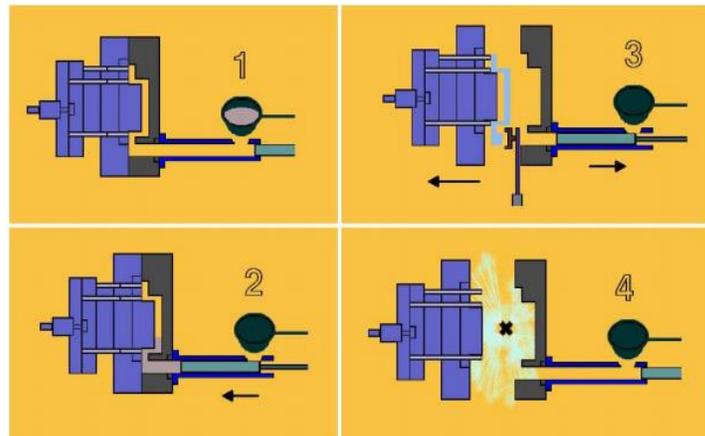
1.9.1 MOLDEO POR INYECCIÓN METÁLICA

También se conoce como fundición inyectada, es un proceso caracterizado por la gran precisión dimensional y alta productividad, en este tipo de moldeo el metal fundido en estado líquido pastoso se introduce en el molde de modo que sobre el metal se ejerza cierta presión para lograr un llenado rápido, asegurando la eliminación de la porosidad en las secciones macizas de la pieza [7]. Es la forma más económica de moldeo para grandes series, desde dimensiones muy pequeñas hasta intermedias [8]. En este tipo de proceso se inyecta metal líquido a gran presión y velocidad en los moldes que suelen ser de acero refractario manteniéndose la presión durante la solidificación, la presión de llenado ocasiona que el metal se haga más fluido, por tanto el proceso permite la reproducción de la forma del molde con gran exactitud, incluyendo pequeños detalles [9].

1.9.2 FUNDICIÓN INYECTADA EN CÁMARA FRÍA

Este proceso se denomina de cámara fría porque el horno y el molde están completamente separados, las máquinas utilizadas se denominan inyectoras de aluminio de cámara fría y permite un contacto breve de la cámara de moldeo con el metal, pues el depósito isotérmico o el horno están separados (Figura 5) [10].

Figura 5. Secuencia del proceso de inyección en cámara fría.



1 - Vertido de la colada, 2 - Cierre del molde, 3 - Extracción de la pieza, 4 Lubricación.

Fuente: [10]

Descripción: El metal fundido es tomado del horno con la ayuda de un cucharón hecho de un material refractario, se vierte el material en la cámara de inyección y a través de un émbolo accionado hidráulicamente se empuja el metal hacia el interior del molde en donde la presión se mantiene hasta que se solidifica, posteriormente se extrae la pieza, se lubrica las matrices y se repite el proceso.

1.9.3 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta consiste en la disposición física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa; además de la distribución aérea, determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos. El objetivo principal es establecer una disposición de elementos eficiente y que contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa [11].

1.9.3.1 IMPORTANCIA DE UNA CORRECTA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Una correcta distribución en planta es fundamental dentro de una empresa, debido a que se consigue un mejor funcionamiento de las instalaciones, contribuyendo a la disminución de los costos de fabricación, además de determinar la eficiencia de las mismas [12]. Mediante la distribución en planta se busca organizar integralmente los medios de producción en una unidad racional, equilibrada y rentable, utilizar correctamente el espacio tanto horizontal como vertical, obtener el máximo aprovechamiento de la maquinaria, mano de obra y servicios, brindar flexibilidad para posteriores cambios y ajustes en el diseño de productos, métodos de fabricación, redistribución o cambio de equipo y expansión de la empresa, lograr instalaciones estéticas que eleven la moral y satisfacción del personal, hacer mínimos pero fáciles los movimientos de materiales y personal.

1.9.3.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

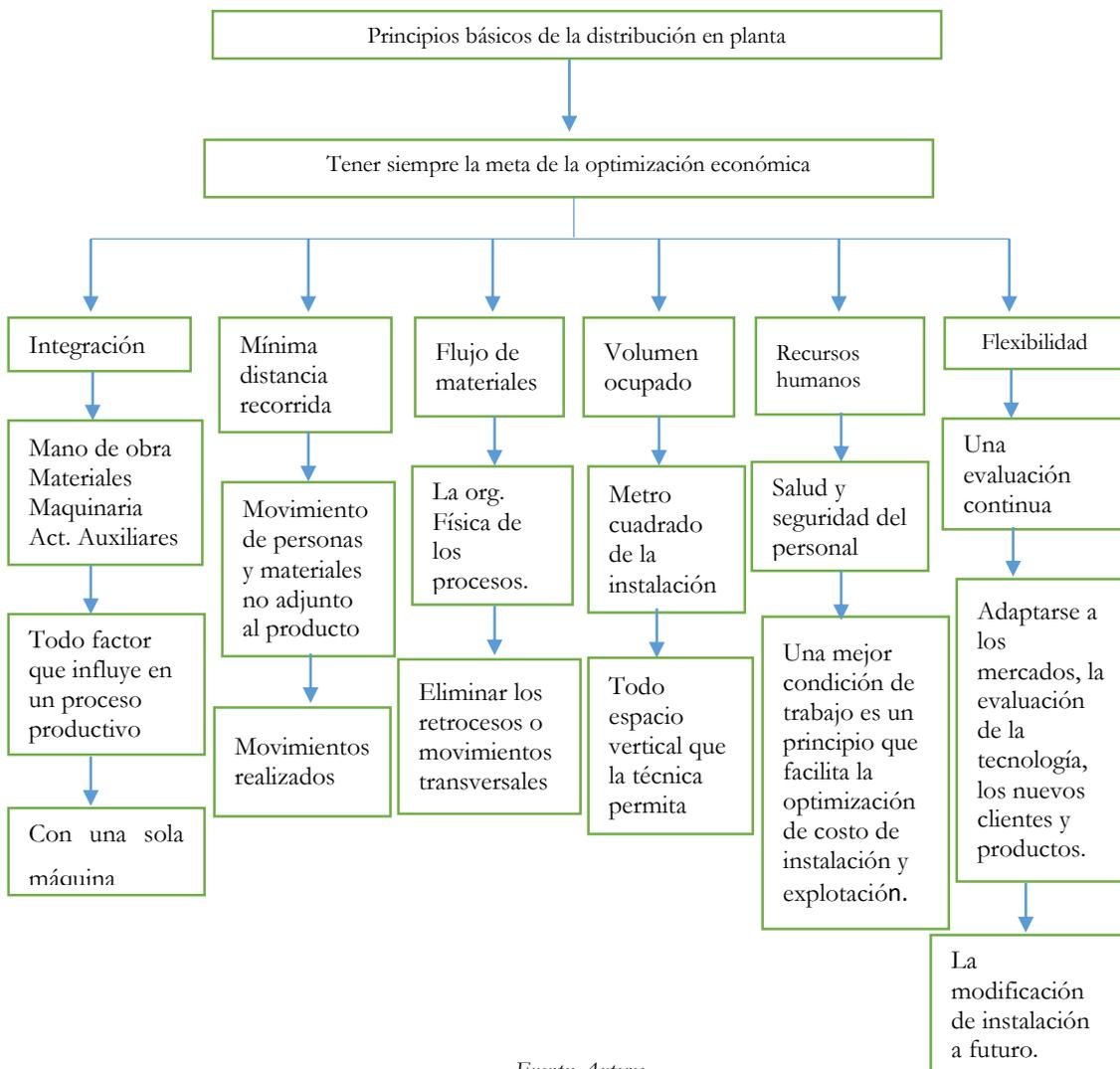
Para una correcta distribución en planta se establecen los siguientes principios:

- Integración de conjunto. La mejor distribución es la que integra hombres, materiales, máquinas y métodos para lograr coordinación entre ellos.
- Mínima distancia recorrida entre operaciones. Todo movimiento sólo le agrega costo al producto.

- Circulación y flujo de materiales y personas ordenados.
- Uso del espacio. Reduce costos de construcción.
- Condiciones ambientales. Con luz, ruido y temperatura apropiados, sin contaminantes para lograr la seguridad, eficiencia y satisfacción del personal.
- Flexibilidad. Que permita ajustes y reordenamientos sin paradas de equipos a costos económicos [13].

En la Figura 6, se indican los principios básicos que se deben tener en cuenta para una correcta distribución de planta, teniendo en cuenta la optimización económica y seguridad operacional.

Figura 6. Principios básicos en una distribución en planta.



Fuente: Autores

1.9.3.3 NATURALEZA DE LOS PROBLEMAS EN UNA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Los problemas pueden ser de cuatro clases:

- Proyecto de una planta completamente nueva.
- Expansión o traslado de una planta ya existente.
- Reordenación de una distribución ya existente.
- Ajustes menores en distribuciones ya existentes.

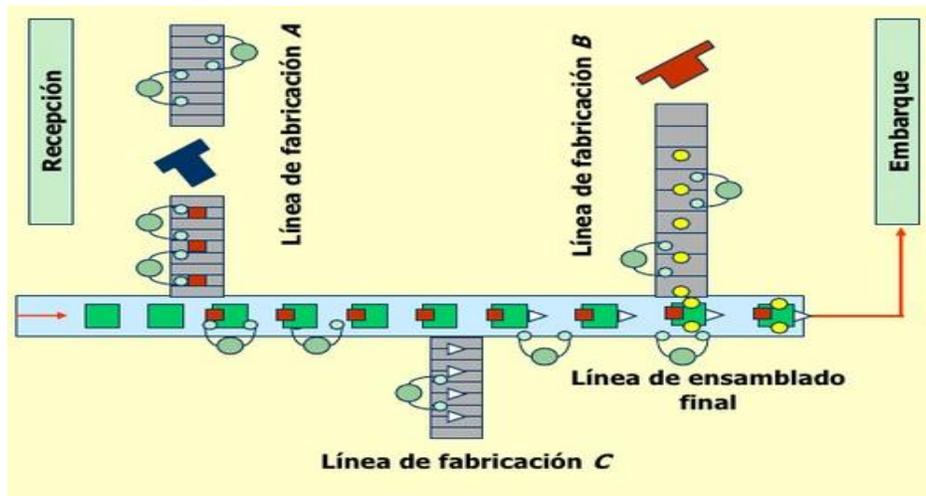
1.9.3.4 TIPO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Antes de empezar a analizar la distribución en planta se debe conocer la producción que se da gracias a la intervención de los elementos hombre, máquina y material los cuales trabajan en conjunto con el fin de cambiar la forma o característica del material para convertirlos en un producto [13].

- **Distribución por producto, lineal o cadena**

Se basa en el principio de división de trabajo y especialización. Fue aplicada por primera vez en la línea de montaje de Ford Motor Company en los inicios del siglo XX, este método revolucionó la forma de hacer las cosas, ya que se disminuye de forma radical el tiempo necesario de fabricación y a su vez aumenta considerablemente la producción. Este proceso es también conocido como producción en masa y está asociado a una configuración continua o repetitiva, pues se adopta cuando la producción está organizada. En este tipo de distribución el material es el elemento que continuamente está en movimiento por los diferentes procesos (Figura 7), además requiere que cada maquinaria involucrada en el proceso esté ordenada y colocada lo más cerca posible de su predecesora de acuerdo a la secuencia de las operaciones. Debido a estos particulares es un tipo de distribución que se adapta a muy pocos productos, incluso a uno solo, siendo sus lotes de producción muy grandes [14].

Figura 7. Ejemplo de distribución en cadena



Fuente: [14]

En la Tabla 2 se indican las ventajas y desventajas más sobresalientes dentro de una distribución en cadena:

Tabla 2. Ventajas y desventajas de la distribución en cadena.

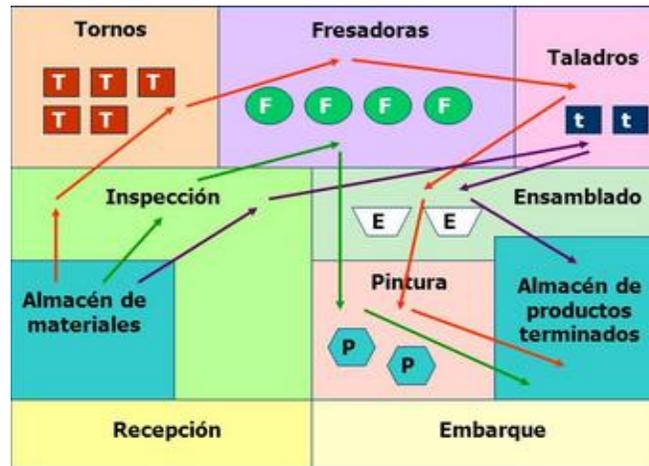
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> - Mínimos tiempos de fabricación. - Mínimo flujo de materiales dentro de la fábrica - Menor stock de productos en curso. - Simplificación de sistemas de planificación y control de la producción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema con muy poca flexibilidad. - Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación. - Inversión muy elevada. - El conjunto depende de cada una de las partes. - Trabajos muy monótonos.

Fuente: Autores [14]

- Distribución por proceso

Es un tipo de distribución que se adopta cuando la producción se encuentra organizada por lotes. En ella la maquinaria es agrupada según la función que realizan, por ejemplo: el torneado, la soldadura, la pintura, etc., como se indica en la Figura 8.

Figura 8. Ejemplo de distribución por proceso.



Fuente: [15]

Uno de los objetivos de la distribución por proceso es minimizar los desplazamientos del material. Se suele utilizar para empresas en las cuales existe una variedad de productos o cuando el pedido es muy pequeño. Esto causa que se necesite una gran flexibilidad tanto en los recursos humanos como en la maquinaria involucrada en el proceso, ya que deben fabricar productos diferentes. En este tipo de proceso el flujo no se interrumpe por la avería o descompostura de una máquina, pues se supone que el proceso debe continuar con otra máquina similar [15]. En la tabla 3 se detallan las principales ventajas y desventajas que conlleva implementar este tipo de distribución.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de la distribución por proceso

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidad. - Menor inversión en equipos. - Mayor fiabilidad. - Reducción de la monotonía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja eficiencia en el manejo de materiales. - Elevados tiempos de ejecución. - Dificultad en planeación y control. - Alto costo por unidad de producto. - Baja productividad.

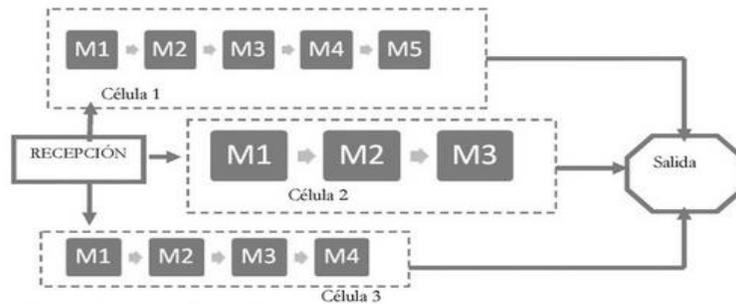
Fuente: Autores [15]

- **Distribución celular**

Esta distribución es una combinación entre una distribución por producto y proceso, se forma por células de trabajo al asignar grupos de máquinas y trabajadores para la fabricación de productos con las mismas características (Figura 9). El objetivo principal de esta combinación es conjugar la eficiencia de la distribución por producto y la flexibilidad de la distribución por proceso.

En el caso de estudio se ha considerado realizar este tipo de distribución, teniendo en cuenta los diferentes productos que se fabrican la empresa y la maquinaria que posee. Pues se lograría una disminución de los tiempos de preparación de las máquinas, así como los tiempos de fabricación, movimientos directos del material, especialización del trabajo y mejor manejo en la producción [14].

Figura 9. Distribución en planta por células de trabajo.



Fuente: [14]

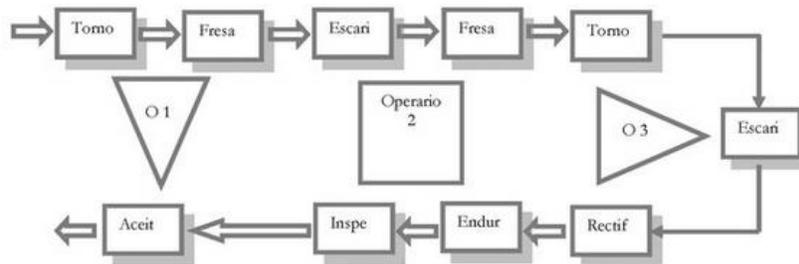
- **Distribución celular en forma de U**

Gran parte de empresas fabrican varios tipos de productos con demanda independiente, lo que posibilita que la demanda sea variable, pues la demanda de un producto aumenta, mientras que la de otros disminuye. Esto afecta a la nivelación de las cargas de trabajo, así como a la productividad de la empresa, así el número de trabajadores asignados a su elaboración debe disminuir en la misma proporción dependiendo de la demanda. En dichos casos en que las empresas producen en base a una demanda variable, se debe conseguir una flexibilidad, por tanto, es necesario implantar una distribución en planta con un personal altamente formado y polivalente.

Una Distribución en planta que se adopta a la fabricación bajo pedido no repetitiva, fabricación por lotes y que posea cambios en la demanda es la distribución en planta en forma de U, cuya principal

característica es que los puestos de entrada y salida de la línea se encuentran en paralelo y normalmente manejados por el mismo operario como se ilustra en la figura 10 [16].

Figura 10. Distribución celular en forma de U



Fuente: [16]

La Distribución en planta en forma de U busca conseguir la máxima flexibilidad pues toda planta está organizada como una combinación de líneas en U que se asemejan a un proceso continuo donde los elementos que intervienen son las células de fabricación. Las ventajas de la distribución en planta en forma de U se presentan a continuación [16].

- Proporciona una reducción en la distancia entre las máquinas o equipos de trabajo, esto facilita al trabajador acceder a varias de ellas de manera simultánea. Esta característica proporciona gran flexibilidad para adaptarse a los cambios de demanda.
- Facilidad para controlar los desequilibrios que puedan producirse durante la producción, ya que será detectado con facilidad cualquier problema que retrase la salida de un producto.
- Mejora la comunicación y cooperación entre trabajadores.
- Disminuyen los tiempos de preparación de los equipos.

1.9.3.5 FACTORES INVOLUCRADOS EN LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Los factores involucrados y que afectan la distribución en planta son: material, maquinaria, movimiento, recurso humano, servicio, espera, edificación y cambio.

- **Factor material**

Los elementos involucrados dentro de este factor son: aluminio como materia prima, aluminio en proceso de transformación, empaques o embalajes, productos rechazados a recuperar, desperdicios, desechos y productos terminados. Las consideraciones que afectan a este factor son: especificaciones

del producto, calidad apropiada., características físicas y químicas y variación en la cantidad de producción. En ocasiones la empresa recibe pedidos grandes, razón por la que se opta por adquirir una gran cantidad de materia prima, es cuando el espacio destinado para el almacenamiento de materia prima no abastece para la cantidad de material que llega, esto ocasiona que el material sea almacenado en lugares temporales que obstaculizan el proceso de producción [17].

- **Factor maquinaria**

Los elementos de la maquinaria requerida son: herramientas manuales y eléctricas, moldes, patrones, plantillas y montajes, aparatos de medición y comparación. (calibradores, balanzas), elementos para manejo de materiales. (carretillas, contenedores pequeños), maquinaria para la producción, maquinaria para mantenimiento. (tornos, rectificadora, fresadoras, soldadoras). Dentro de éste factor se debe tener en cuenta el área necesaria para ubicar una máquina, para asegurar un desplazamiento fluido de obreros y materiales, teniendo en cuenta la seguridad [17]. Para ello se aplica el Método de Guerchet el cual brinda parámetros con los cuales se obtiene un área necesaria para la ubicación de cada máquina.

- **Superficie estática (Ss):** Es la superficie correspondiente a las dimensiones físicas de la máquina.
- **Superficie de gravitación (Sg):** Superficie alrededor de la máquina utilizada por el operario.

$$S_g = S_g \cdot N \quad (1)$$

Siendo N el número de lados por las que se puede operar la máquina.

- **Superficie de evolución (Se):** Superficie que se debe reservar entre los diferentes puestos de trabajo destinados para el desplazamiento del personal y mantenimiento de la maquinaria.

$$S_e = (S_s + S_g) \cdot K \quad (2)$$

Donde K es un valor recomendado de seguridad que varía entre 0.05 y 3, según el tipo de trabajo que se realice dentro de la empresa dichos valores son reflejados en la Figura 11.

Figura 11. Valores de K para diferentes tipos de industria

Gran industria, alimentación	0.05 – 0.15
Trabajo en cadena con transportador mecánico	0.10 – 0.25
Textil-hilado	0.05 – 0.25
Textil-tejido	0.50 – 1.00
Relojería, joyería	0.75 – 1.00
Pequeña mecánica	1.50 – 2.00
Industria mecánica	2.00 – 3.00

Fuente. [17].

Para la empresa que se está analizando se optó por los valores que corresponden a una Industria mecánica basándonos en la maquinaria y trabajo que se realiza.

- **Factor recurso humano.**

Dentro de una empresa el hombre es el elemento más flexible en comparación con cualquier material o máquina. Se le puede entrenar para nuevas operaciones, repartir o dividir trabajo pues generalmente se adapta a cualquier tipo de distribución. Además es considerado como el principal factor de producción [12]. ST-PASAL al ser una empresa relativamente pequeña cuenta únicamente con los seis trabajadores en planta, uno en mantenimiento y tres jefes (socios). Los trabajadores en planta cuentan con horarios de trabajo de 8 horas diarias en turnos rotativos. Las consideraciones para el factor personal deben estar enfocados en gran parte a su seguridad, estas consideraciones son: suelo libre de obstrucciones y que no resbale, ningún trabajador debe estar situado debajo o encima de una zona peligrosa, no situar a los operarios cerca de partes móviles de máquinas que no se encuentren debidamente resguardadas, señalética debidamente distribuida en la planta, elementos de primeros auxilios al alcance de los trabajadores y facilidad a salidas de emergencia [12].

- **Factor movimiento**

Tiene en cuenta los procesos en los procedimientos y su incidencia radica en: transporte de productos y materiales, resistencia de paredes y piso, manejo de materiales referente a la reducción de tiempos y uso de equipo adecuado [12].

- **Factor espera**

Incluyen los siguientes elementos: área de recepción de material entrante, almacenamiento de materia prima, almacenamiento producto en proceso, almacenamiento producto terminado y almacenamiento suministros, empaques, herramientas y equipos. Las consideraciones que se deben tener en cuenta para el proceso son: método de almacenaje y equipo de almacenaje [12].

- **Factor servicios**

Este factor comprende los servicios para el personal como son: oficinas, servicios sanitarios, de seguridad y servicios relativos a la maquinaria (talleres de mantenimiento). En este factor la empresa cuenta con una buena relación con clientes gracias a un buen trabajo desempeñado anteriormente, esto es evitando retrasos en entrega y el producto otorgado de calidad [12].

- **Factor edificio.**

Considerar su disposición físico y demás características por ejemplo número de pisos, forma de la planta, resistencia de suelos, altura de techos, emplazamiento de columnas, escaleras, desagües, tomas de corriente, etc. [13]. En lo que se refiere a la infraestructura de la empresa, está correctamente dividida en zonas en las cuales se encuentra oficinas, vestidores y bodega dentro de la primera zona, la segunda zona está destinada para maquinaria de mantenimiento y una tercera zona donde se realiza el proceso productivo. Dentro de la edificación se pueden observar falencias en las instalaciones eléctricas pues se encuentra demasiado cerca de los hornos de fundición y esto es riesgoso. Si en caso que se requiera una ampliación del edificio se lo puede hacer debido a que el terreno lo permite.

- **Factor cambio.**

Con este factor se busca una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas, teniendo en cuenta las posibles ampliaciones futuras y sus distintos elementos, considerando, además, la necesidad de conseguir que durante la redistribución, sea posible desarrollar el proceso productivo [13]. Debido al proceso que realiza la empresa, no se requiere de una gran cantidad de maquinaria pues la actual edificación es adecuada. La distribución en planta debe contemplar un posible

caso en el proceso que involucre añadir una nueva máquina dentro del proceso, es decir se debe adaptar a cambios.

1.9.4 HERRAMIENTAS EXPLORATORIAS

- **Diagrama de Pareto**

Se utiliza para medir los indicadores que han sido identificados dentro de una empresa, ésta herramienta los organiza de forma descendente, con una distribución acumulativa, además, ayuda a definir las áreas de intervención y atrae la atención de todos sobre las prioridades y facilita la creación de consenso [18].

- **Diagrama de Ishikawa**

Conocido también como diagrama causa y efecto o diagrama de pescado. Esta herramienta define el problema principal describiendo todas sus posibles causas y efectos, el efecto es la cabeza del pescado, que indica la ocurrencia de un evento o problema no deseable, por otra parte, los factores que contribuyen a su conformación son las causas, es decir las espinas, que están unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado [18].

1.9.5 HERRAMIENTAS DE REGISTRO Y ANÁLISIS

- **Gráfica del proceso operativo**

Una gráfica del proceso operativo muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado, se utilizan dos símbolos para construir la gráfica del proceso operativo: un pequeño círculo representa una operación y un pequeño cuadrado representa una inspección [19].

- **Diagrama de flujo del proceso**

Brinda mayor detalle que el diagrama del proceso operativo, es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales, necesitan varios símbolos entre los cuáles están una flecha pequeña que significa

transporte, una letra D mayúscula representa un retraso, un triángulo equilátero parado en su vértice representa almacenamiento, entre otros [19].

- **Diagrama de flujo o recorrido**

Es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo de proceso, se identifica cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso, la dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo y se pueden utilizar colores diferentes para indicar líneas de flujo en más de una parte [19].

- **Matriz FODA**

La matriz FODA es una metodología especial usada principalmente para la construcción de estrategias, teniendo en cuenta las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas surgidas de la evaluación de un sistema organizacional que, al clasificarse, ordenarse y compararse, generan un conjunto de estrategias factibles para el desarrollo de dicho sistema organizacional, en definitiva la matriz FODA es el análisis profundo de los factores que afectan positiva o negativamente al sistema organizacional, con el propósito de establecer estrategias factibles, que serán seleccionadas y priorizadas posteriormente [20].

1.9.6 ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

Los estándares de trabajo son la cantidad de tiempo requerido para llevar a cabo un trabajo o parte de un trabajo. Cada empresa tiene sus estándares de trabajo, aunque puedan variar los que se determinan por medio de métodos informales y los que se determinan por profesionales, un estándar, tal como lo define la ISO “Son acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios cumplan con su propósito”, por lo tanto, un estándar es un conjunto de normas y recomendaciones que deberán estar documentados [21].

1.9.7 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado, los estándares de tiempos se encuentran entre los elementos de información más importantes, además, los estándares se usan para distintos propósitos dentro de una organización, por ejemplo, la asignación y control de costos y presupuestos, por otro lado para la producción, planeación y administración de inventarios [23].

- Estándar de tiempo

Un estándar de tiempo constituye información confiable para estimar la duración de prácticamente cualquier trabajo, tanto a nivel operacional industrial como a labores de oficina, un estándar de tiempo se define como “el tiempo requerido para producir un artículo en una estación de manufactura”, con las siguientes condiciones: operador calificado y bien capacitado, manufactura a ritmo normal y hacer una tarea específica.

- Técnicas para el estudio de tiempos

Algunas de las técnicas que se utilizan para establecer un estándar de tiempo son; un PTSS (Sistemas de estándares de tiempos predeterminados) o MTM (Métodos de medición de tiempo) [23]. Generalmente para un estudio de tiempos se usa la técnica del cronómetro, sin embargo existen diversas técnicas para desarrollar y establecer estándares de tiempo, las más relevantes son: sistemas de estándares de tiempo predeterminados (PTSS), métodos de medición de tiempos (MTM), estudio de tiempos con cronómetro, muestreo del trabajo, datos estándares y estándares según la opinión de expertos y datos históricos.

- Método de la Maytag – Company

En referencia a la determinación del número de observaciones o lecturas preliminares necesarias para un estudio de tiempos, el método de la Maytag – Company establece que: para ciclos de dos minutos

o menos se deben realizar diez lecturas y para ciclos superiores a dos minutos se deben realizar cinco lecturas [24].

- **Procedimiento del estudio de tiempos**

Un estudio de tiempos persigue diferentes objetivos, los cuales buscan minimizar principalmente el tiempo requerido para la ejecución de trabajos, además conservar los recursos y minimizar los costos [25]. El estudio de tiempos tiene un procedimiento o proceso para ser ejecutado. A continuación, los pasos a seguir:

- ✓ **Paso 1.** Seleccionar el operario y trabajo a estudiar.
- ✓ **Paso 2.** Obtener y registrar información acerca del trabajo.
- ✓ **Paso 3.** Dividir el trabajo en elementos.
- ✓ **Paso 4.** Establecer un formato para el registro de tiempos.
- ✓ **Paso 5.** Determinar el tamaño de la muestra.
- ✓ **Paso 6.** Realizar el cronometraje de cada elemento.
- ✓ **Paso 7.** Calificar, nivelar y normalizar el rendimiento del operador.
- ✓ **Paso 8.** Cálculo del tiempo observado.

$$T_o = \frac{\sum a_i}{\# \text{ de observaciones}} \quad (3)$$

Dónde:

T_o = *Tiempo observado*

$\sum a_i$ = *Sumatoria de todas las lecturas*

- ✓ **Paso 9.** Cálculo del tiempo básico.

$$T_B = T_o \cdot \frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor estándar}} \quad (4)$$

En dónde:

T_B = *Tiempo básico*

$T_o =$ *Tiempo observado*

Valor atribuido = *Factor de ritmo del trabajador*

Valor estándar = *Factor de ritmo estándar 100 %*

- ✓ **Paso 10.** Cálculo del tiempo estándar.

$$TE = (T_B \cdot \text{Suplemento}) + T_B \quad (5)$$

Como el operario realiza pausas (recuperación por fatiga o necesariamente personales) es necesario otorgar a la actividad del operario un suplemento expresado como porcentaje del tiempo normal de dicha actividad [26].

En dónde:

TE = *Tiempo estándar*

Suplemento = *Corresponde a cada elemento*

T_B = *Tiempo básico*

- ✓ **Paso 11.** Establecer la frecuencia.

1.9.8 PRODUCTIVIDAD

La productividad es un concepto afín a la economía que se refiere a la relación entre la cantidad de productos obtenidos mediante un sistema productivo y los recursos empleados en su producción [27].

1.9.9 ANÁLISIS B/C (Costo-Beneficio)

Es una herramienta analítica que pone en una balanza los costos y beneficios de un proyecto, puede aplicarse a proyectos privados y a proyectos públicos [28]. El análisis B/C requiere que las consecuencias de la intervención a evaluar sean expresadas en términos monetarios, que permite al analista hacer comparaciones directas entre distintas alternativas por medio de la ganancia monetaria neta o razón de costo - beneficio [29].

$$\frac{B}{C} = \frac{VPB}{VPC} = \frac{\text{Valor actual de los beneficios}}{\text{Valor actual de los costos}} \quad (6)$$

Si la relación $\frac{B}{C} > 1$ Se acepta

Si la relación $\frac{B}{C} < 1$ Se rechaza

Si la relación $\frac{B}{C} = 1$ Es indiferente

1.9.10 VAN (Valor Actual Neto)

Se utiliza principalmente para evaluar la rentabilidad de un proyecto, éste será rentable si el valor actual de los flujos netos que genera son positivos, es decir si el valor actual del flujo de beneficios es mayor al valor actual del flujo de costos incluida la inversión inicial [30].

El VAN consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y el valor, también actualizado, de las inversiones y otros egresos de efectivo, la tasa que se utiliza para descontar los flujos es el rendimiento mínimo aceptable de la empresa, por debajo del cual los proyectos no deben ser aceptados [31].

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n Ft \left(\frac{P}{F}, i, n \right) \quad (7)$$

$VAN > 0$ Rentable

$VAN = 0$ Indiferente

$VAN < 0$ No rentable

En dónde:

I_0 = Inversión inicial.

F_e = Flujos de efectivo por período.

F_t = Flujo de efectivo anual en el período t.

i = Rendimiento mínimo aceptable (costos de recursos)

n = Períodos.

1.9.11 TIR (Tasa interna de rendimiento)

La tasa interna de rendimiento (TIR) de un proyecto de inversión es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos de beneficios (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos), en otras palabras, TIR es la tasa que descuenta los flujos asociados con un proyecto hasta un valor exactamente de cero. [31] La ecuación que representa el TIR es la siguiente:

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^n} \quad (8)$$

TIR > COP rentable

En dónde:

i = Inversión inicial.

F_t = Flujo de efectivo anual en el período t.

TIR = Tasa interna de rendimiento.

n = Períodos.

CAPÍTULO 2

2. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ASAS

2.1 INTRODUCCIÓN

Es una sección muy importante para el desarrollo del proyecto, consiste en un trabajo de campo con el fin de recopilar y analizar información principalmente la que concierne al proceso de producción de asas, es importante registrar los datos referentes a la metodología de trabajo existente, es decir cómo se lleva a cabo el proceso, cuál es su orden y secuencia, que áreas están destinadas para efectuar cada actividad, la maquinaria existente y que obrero ejecuta cada actividad. El diagnóstico del proceso de producción abarca en primera instancia los aspectos generales, hasta llegar a los más particulares que son, la ejecución de actividades del proceso de producción que dan lugar a la consecución del producto final.

2.2 ANÁLISIS FODA

Para la elaboración de la matriz FODA, en primer lugar, se identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas; mediante encuestas al personal administrativo (Anexo 1) y de planta de la empresa, logrando así establecer los factores internos y externos necesarios para la elaboración de la matriz FODA. A continuación, se presentan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas detectadas:

Factores internos

Fortalezas. - Maleabilidad del producto, personal con conocimientos en diseño y construcción de maquinaria, política orientada a la satisfacción del cliente, buena relación entre obreros y gerencia, flexibilidad para adaptarse a cambios generados por la exigencia del mercado, alianza estratégica con proveedores.

Debilidades. - Falta de un modelo de gestión, desorden dentro de las áreas de trabajo, no se establecen estándares de producción, la planificación establecida referente a la producción no es la óptima.

Factores externos

Oportunidades. - Nuevos clientes, incursión en nuevas líneas de producción que permitan llegar a otros mercados, innovación en el proceso productivo.

Amenazas. - Entrada de competidores que elaboren productos similares y con mejor calidad, talleres artesanales con precios bajos, incremento en los precios del aluminio, escases de materia prima (Aluminio).

En la Tabla 5 se genera una matriz FODA con los factores revisados anteriormente, se plantean las estrategias necesarias para afrontar las debilidades y amenazas encontradas durante el análisis, para ello se aplicaron estrategias defensivas las cuales se basan en contrarrestar las amenazas externas con los recursos internos y estrategias ofensivas con las que se buscó potenciar las fortalezas de la empresa como por ejemplo la innovación en el proceso.

Tabla 4. Matriz FODA.

	FACTORES INTERNOS	
	FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
FODA	<ol style="list-style-type: none">1. Maleabilidad del producto.2. Personal con conocimientos en diseño y construcción de maquinaria.3. Política orientada a la satisfacción del cliente.4. Buena relación entre obreros y gerencia.5. Flexibilidad para adaptarse a cambios generados por la exigencia del mercado.6. Alianza estratégica con proveedores.	<ol style="list-style-type: none">1. Inexperiencia.2. Falta de modelo de gestión.3. Desorden dentro de las áreas de trabajo.4. No se establecen indicadores y estándares de producción.5. La planificación establecida referente a la producción no es la óptima.

FACTORES EXTERNOS	<p>OPORTUNIDADES (O)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nuevos clientes. 2. Incurción en nuevas líneas de producción que permitan llegar a otros mercados. 3. Innovación en el proceso productivo. 	<p>ESTRATEGIA (F vs O)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprovechar la infraestructura que se posee ubicando de manera adecuada los espacios de trabajo existentes dentro de la empresa, de manera que se mejore el proceso de producción y se permita una optimización de la producción. ▪ Mejorar la calidad del producto mediante una gestión de calidad adecuada. 	<p>ESTRATEGIA (D vs O)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Potencializar la capacitación técnica en la empresa, de manera que se mejore el proceso de producción. ▪ Establecer planes de mantenimiento para maquinaria y equipos, que minimiza fallos en la maquinaria esencial para la producción. ▪ Implementación de las 5 S's.
	<p>AMENAZAS (A)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entrada de competidores que elaboren productos similares y con mejor calidad. 2. Talleres artesanales con precios bajos. 3. Incremento en los precios del aluminio. 4. Escases de materia prima (Aluminio). 	<p>ESTRATEGIA (F vs A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer y fortalecer alianzas con clientes y proveedores, permitirá llegar a nuevos clientes y expandirse en el mercado. ▪ Generar estándares de producción, permitirá mejorar el rendimiento de la producción. 	<p>ESTRATEGIA (D vs A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer un plan de producción, ayudará a usar de manera adecuada los recursos y a tener una producción estable. ▪ Actualizar y mejorar la tecnología de producción con la que se cuenta.

Fuente: Autores.

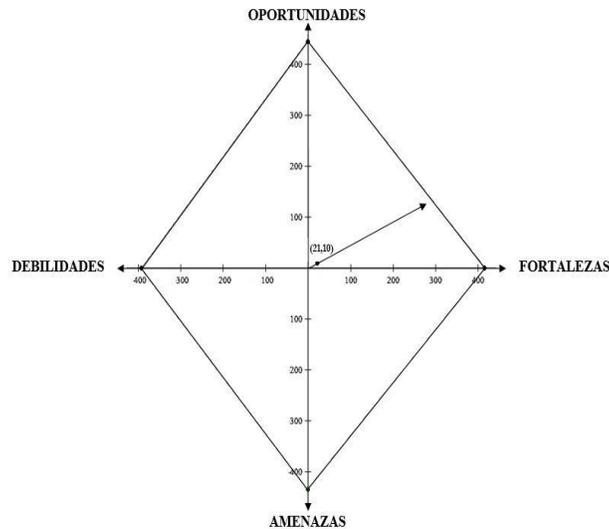
2.2.1 Valores ponderados

Para determinar los valores ponderados, se proporcionó una ponderación sobre 100 a cada ítem de la encuesta de acuerdo a su importancia y relevancia; y la valoración se la realizó sobre 5, obteniendo los siguientes resultados:

- **Fortalezas** = 415
- **Debilidades** = 394
- **Oportunidades** = 444
- **Amenazas** = 434

Con estos valores se determinó un punto de coordenadas (21,10); el cual nos indicará la situación actual de la empresa de acuerdo al análisis (Figura 12), para obtener las coordenadas del punto se tiene que realizar una diferencia total de los factores internos y externos, es decir, fortalezas menos debilidades y oportunidades menos amenazas [33].

Figura 12. Gráfica análisis FODA.



Fuente: Autores.

Respecto a la figura 12 se puede constatar que las fortalezas superan de manera mínima a las debilidades, sin embargo, estas últimas pueden presentar problemas si no se realizan las estrategias y se

toman las medidas necesarias, que brinden solvencia y permitan contrarrestar estos factores. Por otro lado, las oportunidades destacan mínimamente sobre las amenazas; teniendo en cuenta esto, podemos decir que los factores externos principalmente las amenazas tienen cierta relevancia y esto podría afectar distintos aspectos de la empresa. En referencia al diagnóstico realizado mediante la matriz FODA se puede constatar que si bien es cierto existen factores importantes como lo es la actualización tecnológica, la capacitación técnica del personal y la planificación productiva; en el presente trabajo no contempla el análisis de estos aspectos, pues el proyecto implica un diagnóstico del proceso de producción de asas y en base a esto se establecen propuestas referentes a la distribución en planta y estandarización de tiempos que son aspectos significativos y de mucha importancia para la mejora de un proceso productivo.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ASAS

Industrias “ST-PASAL” es una empresa de tipo manufacturera, ya que transforma la materia prima en productos terminados. Dentro del proceso de producción actual de asas, el material en proceso circula por la planta hacia las áreas de trabajo siguiendo la secuencia del proceso, por tanto, el material se mueve más no las herramientas, razón por la cual es catalogado como una producción en cadena. El proceso tiene un orden establecido y está dividido en etapas, a continuación, se detalla cada una siguiendo la secuencia de producción:

2.3.1 MANEJO DE LA PRODUCCIÓN

La producción de asas es de forma continua y constante, por otra parte, la empresa ST-PASAL realiza una producción de acuerdo al pedido del cliente para los productos tales como; válvulas, collarines, línea de cerramientos, entre otros, en la mayoría de los casos el mismo cliente es quien suministra la materia prima a la empresa. Cuando la empresa recibe pedidos numerosos, se opta por extender las jornadas de trabajo, para lograr cumplir con la producción en el tiempo establecido, y así satisfacer la demanda y cumplir a los clientes.

2.3.2 ETAPAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ASAS

El proceso de producción de asas que se realiza en la empresa “Industrias ST-PASAL”, está formado de diferentes etapas, desde que la fundición de la materia prima hasta la obtención de producto terminado y empaquetado

- **Etapa 1 (FUNDICIÓN):** Para el proceso de fundición se utiliza un horno de crisol con calentamiento por gas. En ésta etapa inicialmente se prepara el horno, comenzando por encender el sistema de calentamiento, se transporta la materia prima (chatarra de aluminio) del área de almacenaje hacia la de inyección dónde se encuentran los hornos, el movimiento de materia prima es realizado de forma manual por un obrero con la ayuda de una carretilla de una sola rueda frontal. Con el aluminio en la zona el operario carga el material dentro del crisol, espera que el material se funda y continúa cargando hasta que se ha alcanzado la capacidad máxima de 74,89 kg. Luego se realiza el escoriado hasta que se considere que el material está libre de todas las impurezas, entonces se apaga el sistema de calentamiento del horno de manera que la colada queda lista para comenzar con la inyección. Es necesario señalar que la selección de la materia prima no es minuciosa, pues, el material no cuenta con un control de calidad antes de ser utilizada, tampoco de un análisis de composición química. En la figura 13 se ilustra lo descrito.

Figura 13. Fundición de materia prima. (ETAPA 1)



Fuente: Autores

- **Etapa 2 (INYECCIÓN):** Con la colada de aluminio lista, se procede a la inyección, verificando la correcta funcionalidad de la máquina y se comienza con el proceso de inyección, con los siguientes pasos:

-

1. Lubricación del molde y de la cámara de inyección.

Figura 14. Lubricación.



Fuente: Autores

2. Se activa el sistema de cierre del molde. A continuación el operario con la ayuda de un cucharón toma material fundido del horno y lo vierte en la cámara de la inyectora.

Figura 15. Cierre del molde.



Fuente: Autores

3. Se activa el pistón de la inyectora forzando al aluminio a llenar las cavidades del molde y a continuación se espera un tiempo para que la pieza se solidifique completamente. El tiempo de solidificación se encuentra establecido en la programación del PLC de la inyectora.

Figura 16. Activación del pistón.



Fuente: Autores

4. Finalizado el tiempo de solidificación, automáticamente se abre el molde, el obrero extrae la pieza y la coloca en un recipiente de almacenaje, dónde las piezas se enfrían al ambiente durante un tiempo.

Figura 17. Solidificación.



Fuente: Autores

- **Etapa 3 (CORTADO):** Una vez que las piezas se encuentran a una temperatura óptima para poder manipularlas, son trasladadas hacia el área de corte (Figura 14), aquí un operario sujeta la pieza, le ubica ésta en el utillaje de la máquina y con la ayuda de una cortadora de metales procede a retirar el exceso de material como; la mazarotas, rebosaderos y rebabas de tamaño considerable.

Figura 18. Cortado del exceso de material. (ETAPA 3)



Fuente: Autores.

- **Etapa 4 (LIJADO):** Una vez terminada la etapa de cortado, se trasladan las piezas al área de lijado (Figura 15). En esta etapa un operario se encarga de retirar las rebabas existentes en las piezas, haciendo uso de una lijadora de cinta, cabe mencionar que las piezas son almacenadas temporalmente en un recipiente para ser trasladadas hacia la siguiente etapa.

Figura 19. Lijado de las asas. (ETAPA 4).



Fuente: Autores.

- **Etapa 5 (TROQUELADO Y CONFORMADO):** Culminada la etapa de lijado, se trasladan las piezas al área de troquelado (Figura 16). Antes de realizar este proceso previamente se debe colocar un utillaje adecuado en la troqueladora para generar una curvatura y los agujeros en las asas. Dentro de este proceso se realiza una verificación de calidad del producto de manera visual,

puesto que, al momento de generar los agujeros en las asas, estas pueden sufrir deformaciones excesivas, trizaduras y rupturas, lo que ocasionaría un producto defectuoso que a su vez es descartado, sin embargo, los productos con anomalías son nuevamente utilizados como materia prima para la generación de nuevas piezas.

Figura 20. Troquelado de las piezas. (ETAPA 5).



Fuente: Autores

- **Etapa 6 (PULIDO):** En esta etapa un operario abre la tapa del tambor para pulir (Figura 17) y coloca una cantidad aproximada de 55 piezas, posteriormente se coloca en su lugar la tapa se enciende la máquina y se deja las piezas dentro del tambor durante aproximadamente 5 minutos. A continuación, se retiran las piezas y se colocan en un recipiente para ser trasladadas a la siguiente etapa del proceso de producción, generalmente las piezas son trasladadas a la siguiente etapa con la ayuda de una carretilla frontal de una sola rueda.

Figura 21. Pulido de las piezas. (ETAPA 6).



Fuente: Autores

- **Etapa 7 (LAVADO):** Las piezas necesitan ser lavadas (Figura 18) para retirar las impurezas y el polvo que genera el pulido, con la finalidad que la pintura se adhiera adecuadamente a la superficie de las mismas. El lavado se lo realiza con agua a presión haciendo uso de una hidrolavadora vertical. Resulta relevante mencionar que el lavado se lo hace a la misma cantidad de piezas pulidas en la etapa anterior.

Figura 22. Lavado de un lote de asas. (ETAPA 7)



Fuente: Autores.

- **Etapa 8 (PINTADO):** Inicialmente el proceso de pintado es realizado mediante inmersión, para ello se sumergen las asas (dos a la vez) en un recipiente que contiene la pintura (Figura 19). Posteriormente se retiran y se colocan en ganchos que están provistos en una malla, dónde el exceso de pintura caerá sobre una superficie preparada para esto y además se permite que la pintura seque al ambiente.

Figura 23. Pintado de las asas. (ETAPA 8)



Fuente: Autores.

- **Etapa 9 (SECADO):** Una vez que el exceso de pintura ha sido retirado de las asas, estas son retiradas de la malla y llevadas hacia el área de secado (Figura 20) donde se introducen en el horno para acelerar el secado. Una vez colocadas las asas en el interior del horno se cierran las puertas y se enciende. Posteriormente se espera alcanzar una temperatura de 150 °C, se retiran las piezas y son colocadas sobre una mesa para que se enfríen al ambiente.

Figura 24. Secado de las asas. (ETAPA 9)



Fuente: Autores

- **Etapa 10 (EMPACADO):** Previo al empacado se inspecciona y verifica que la pintura este completamente seca y a continuación, se retiran las piezas de los ganchos, se trasladan hacia el área de empacado y se coloca cada una en una bolsa de plástico para posteriormente colocarlas dentro de una caja (Figura 21) y así sellar.

Figura 25. Empacado de piezas. (ETAPA 10)

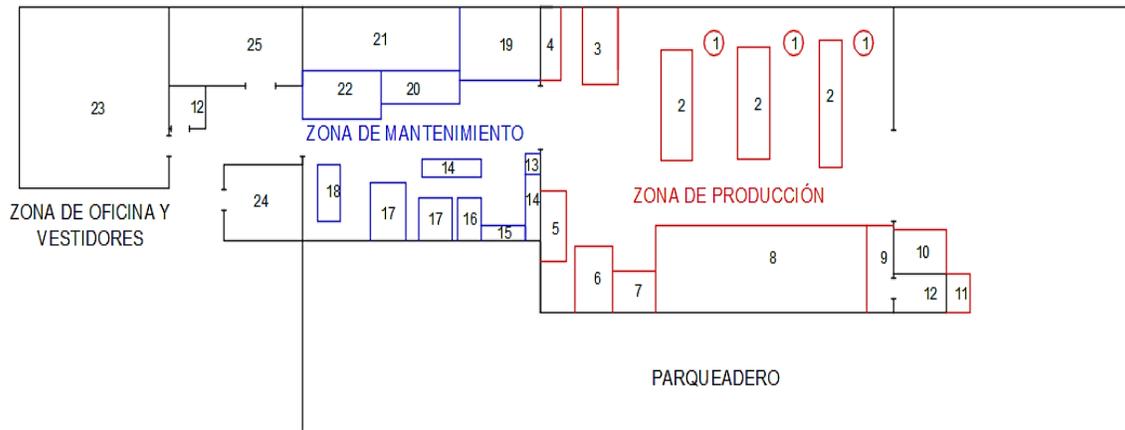


Fuente: Autores.

2.4 ANÁLISIS DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

La distribución actual de la empresa y de las áreas de trabajo, han sido ajustadas a la infraestructura y al espacio que se posee (Anexo15); de esta forma se han agrupado las áreas de trabajo en zonas con el fin de tener una mejor apreciación, delimitación y organización de los espacios de trabajo.

Figura 26. Zonas de trabajo existentes en la empresa.



Fuente: Autores.

La división en zonas permite distinguir de una mejor manera la disposición de la empresa con respecto a distribución en planta como se ilustra en la Figura 22, a continuación, se indican las zonas en las que se ha dividido a la empresa:

- ✓ Zona de producción.
- ✓ Zona de mantenimiento.
- ✓ Zona de oficina y vestidores.
- ✓ Zona exterior.

A continuación, en la tabla 6 se describen las diferentes áreas y maquinaria existentes.

Tabla 5. Áreas y maquinarias existentes en la empresa.

Nº	Descripción	Nº	Descripción
ZONA DE PRODUCCIÓN		ÁREA EXTERNA	
1	Hornos de crisol.	10	Área de lavado.
2	Inyectoras.	11	Almacenamiento de escoria.
3	Cortadora.	12	Baño
4	Mesa para trabajo común	ZONA DE MANTENIMIENTO	
5	Lijadora	13	Taladro de columna.
6	Troqueladora.	14	Mesa para trabajo común.
7	Pulidora.	15	Torno de banco.
8	Área de secado.	16	Rectificadora.
9	Área de pintado.	17	Fresadora universal.
ZONA DE OFICINA Y VETIDORES		18	Torno paralelo.
23	Oficinas	19	Almacenamiento materia prima
24	Vestidores	20	Área de empaçado
25	Bodega	21	Horno de secado.
12	Baño	22	Almacenamiento producto terminado.
ZONA DE PARQUEO			

Fuente: Autores.

2.5 ZONA DE PRODUCCIÓN

En ésta zona se lleva a cabo la producción de piezas por inyección de aluminio, éste espacio agrupa la mayor parte de maquinaria utilizada para el proceso de producción como son: las inyectoras de cámara fría, hornos de crisol, troqueladora, lijadora, cortadora de metales y el tambor para pulir, además se contemplan espacios para desarrollar actividades como el lavado y pintado, que también hacen parte del proceso. A su vez cada una de las máquinas ocupa un espacio definido para que se pueda efectuar cada una de las etapas del proceso que son: fundición, inyección, cortado, lijado, troquelado, pulido, lavado y pintado. Un aspecto importante es que en las inmediaciones de estos espacios de trabajo se

almacena momentáneamente un producto en proceso en recipientes metálicos. Con respecto al proceso de producción, se puede mencionar que está enfocado en el producto, además se rige a una secuencia determinada considerando que el proceso como tal consta de diferentes etapas, hecho por el cual se agrupan las máquinas y trabajadores en éste espacio. Con respecto a las áreas, cada una ha sido nombrada según la actividad que se realiza, así se tiene: área de fundición, inyección, cortado, troquelado, lijado, pulido, lavado y pintado. A continuación, se describe cada una de las áreas que están situadas dentro de la zona de producción:

Figura 27. Zona de producción.



Fuente: Autores.

Área de fundición e inyección: Las inyectoras de cámara fría y los hornos de crisol se ubican en ésta área (Figura 24), aquí se lleva a cabo la fundición e inyección del aluminio. El horno debe estar situado a una distancia corta de la inyectora, pues el material fundido es trasladado con la ayuda de un cucharón hacia la cámara de la inyectora. Se tiene que considerar que, el recorrido del material hacia la máquina debe ser el menor posible para agilizar el proceso y principalmente evitar que se generen piezas defectuosas, a causa de la pérdida de calor del material fundido. Es necesario indicar que en esta área también se almacenan de manera momentánea las piezas inyectadas para que se enfríen al ambiente hasta su posterior traslado al área de cortado.

Figura 28. Área de fundición e inyección.



Fuente: Autores.

Consideraciones de esta área:

- Ésta área debe contemplar un espacio de almacenamiento momentáneo de piezas, el espacio tiene como objetivo acopiar un número considerable de unidades durante un tiempo prudencial, para que así la producción en el siguiente proceso sea continua y además garantizar que las piezas estén a una temperatura adecuada para que los operadores puedan manipularlas sin riesgos.
- La seguridad es una consideración relevante principalmente para los obreros y el personal en general que circula alrededor o en las inmediaciones de ésta área, teniendo en cuenta que cuando se realiza la inyección de aluminio la presión de inyección expulsa residuos a su alrededor. Esto resulta peligroso porque puede ocasionar quemaduras al personal que transita por este espacio.
- El traslado del material fundido hacia la cámara de inyección debe realizarse en un espacio donde el operario tenga facilidad de movimiento al momento de manipular el material. Por lo tanto la disposición del horno y la inyectora debe garantizar la seguridad de los trabajadores.
- El mantenimiento es otro aspecto relevante a tomar en cuenta, el espacio debe estar dispuesto de tal manera que permita inspeccionar y reparar las máquinas según se lo requiera.

Área de cortado: Dentro de esta área se encuentra ubicada la cortadora (Figura 25), un operario se encarga de realizar el proceso de cortado y de colocar las piezas en un recipiente de almacenaje momentáneo hasta pasar a la siguiente área y seguir con la secuencia del proceso.

Figura 29. Área de cortado.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- Al ser una producción enfocada en el producto y que se rige a una secuencia de proceso, es necesario que el área de corte se ubique contigua al área de inyección para garantizar fluidez en el proceso.
- Durante el proceso de corte se desprenden virutas a gran velocidad, que resultan peligrosas para operadores y personal que transita por el área, además el espacio tiene que permitir un movimiento cómodo para el obrero al momento de manipular los materiales y residuos. Es importante que se contemple un lugar donde se puedan colocar recipientes para almacenar de manera momentánea las piezas que se van cortando y los residuos de aluminio desprendidos (mazarotas), puesto que estos son utilizados nuevamente como materia prima.

Área de lijado: La lijadora está ubicada dentro de esta área de trabajo, aquí un operario se encarga de retirar las rebabas de las asas, mientras coloca las mismas en un recipiente de almacenaje provisional, para que sean trasladadas a la siguiente área y continuar con el proceso.

Figura 30. Área de lijado.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ Debido a los requerimientos y secuencia del proceso, es conveniente que ésta área esté ubicada contigua a la de cortado para que el recorrido de las piezas hacia el área de lijado sea el menor posible, agilizando de esta manera el proceso.
- ✓ Al igual que en las áreas anteriores es necesario contemplar un lugar para almacenar provisionalmente las piezas, hasta que sean trasladadas a la siguiente área.

Área de troquelado: En este espacio de trabajo se sitúa el troquel, aquí un obrero se encarga de realizar los agujeros de sujeción en las asas.

Figura 31. Área de troquelado.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ Esta área debe estar ubicada a continuación del área de lijado para garantizar fluidez en la producción.
- ✓ Contemplar un espacio para la troqueladora resulta una consideración inevitable,
- ✓ Dentro de esta área debe existir un recipiente de almacenamiento momentáneo de piezas.
- ✓ El mantenimiento de la troqueladora es otra consideración a tener en cuenta, el espacio debe estar definido para que se permita un acceso fácil hacia las diferentes partes de la máquina.

Área de pulido: En éste espacio se encuentra un tambor para pulir, aquí un operario se encarga de colocar y retirar las asas para poder almacenarlas provisionalmente en un recipiente.

Figura 32. Área de pulido.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ La cercanía con el área de troquelado resulta una consideración importante para reducir el recorrido desde el área de troquelado y permitir un movimiento fluido de materiales.
- ✓ El espacio debe garantizar movimiento libre del operario al momento de realizar la carga y descarga de las piezas del tambor.

Área de pintado: Dentro de este espacio se disponen los insumos necesarios para el proceso como son: la pintura, el disolvente y los recipientes para realizar el mezclado, además, en éste lugar se encuentra una malla para colocar las piezas pintadas, ésta malla está colocada a dos metros sobre el suelo y las asas son colocadas en la malla con la ayuda de ganchos.

Figura 33. Área de pintado.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ La seguridad es un aspecto primordial para la ubicación de ésta área, pues se trabaja con productos peligrosos e inflamables como es el caso de los solventes. Es importante que ésta área esté ubicada en un lugar abierto para garantizar que los vapores de los productos de pintado sean evacuados con facilidad, además el área debe estar situada lejos de zonas en dónde se generen chispas, calor o brasas.
- ✓ Teniendo en cuenta que las piezas pintadas se colocan sobre una malla que está a dos metros del suelo, la ubicación del espacio de trabajo tiene que ser en un lugar que no obstaculice la circulación del personal.
- ✓ Otra consideración importante a tomar en cuenta es el piso, dado que las piezas al ser colocadas en la malla se genera goteo de pintura, ocasionando que el piso se torne resbaloso y a su vez peligroso para el personal.

- ✓ La extensión de la malla de secado y el uso de una mesa en dónde se realiza el proceso de pintado que es por inmersión, son observaciones relevantes para la consecución del espacio trabajo.

Área de trabajo común: Ésta área ha sido denominada así porque es utilizada para realizar trabajos que se efectúan de manera esporádica y no en forma continua, además se aprovecha el lugar para colocar herramientas, matrices y moldes de inyección y en ocasiones se realizan actividades como son: soldadura, corte de aceros, lijado, entre otras.

Figura 34. Área de trabajo común.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ Ésta área debe estar ubicada de tal manera que no obstaculice el flujo de materiales del proceso de producción o en caso que así sea, es conveniente acondicionar otra área o reubicar el puesto de trabajo.
- ✓ El espacio debe contemplar un lugar en dónde se puedan colocar las múltiples herramientas con las que se cuenta, además una mesa de trabajo y un lugar para ubicar las matrices y moldes de inyección.
- ✓ Es conveniente unificar todas las áreas de trabajo común, para evitar uso innecesario de espacio.

2.6 ZONA DE MANTENIMIENTO

Ésta zona se destina para realizar mantenimiento a las máquinas de la empresa, además aquí también se encuentra el horno que es parte del proceso de pintura electrostática y también es utilizado para el secado de las asas.

Figura 35. Zona de mantenimiento.



Fuente: Autores.

El área para el almacenaje de materia prima, también se encuentra ubicada dentro de ésta zona. Resulta necesario mencionar que de manera esporádica surgen trabajos externos de mecanizado que son realizados en ésta área, pero no generan mayor relevancia en el proceso de producción.

A continuación, se describen las áreas presentes dentro de esta zona:

Área para almacenamiento de materia prima: El almacenamiento de materia prima se lo realiza en un espacio ubicado dentro de la zona de mantenimiento como se puede observar en la figura 32, un aspecto importante a mencionar es que el espacio no se encuentra bien delimitado y por esta razón se generan inconvenientes, por ejemplo, se obstaculiza el movimiento de los operarios, existe un manejo inadecuado de la materia prima y no se presenta facilidad para la descarga y transporte de la misma.

Figura 36. Área para almacenamiento de materia prima.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ En cuanto a las dimensiones, éstas deben estar acorde a la cantidad de materia prima que se tiene, el espacio debe permitir almacenar gran cantidad de materia prima, entre chatarra y alambón, sin obstaculizar la circulación del personal ni el proceso de producción. Además, el área debe ser definida de tal manera que no se genere apilamiento desordenado y exceso de materia prima. En síntesis, el espacio para almacenar la mater prima deben ser en lo posible amplio y bien delimitado.
- ✓ La ubicación de ésta área no tiene que obstaculizar ninguna de las etapas del proceso de producción y en lo posible se requiere que esté cerca de la zona de recepción de materia prima para un traslado rápido y fácil.

Área de mecanizado: Dentro de ésta área se realizan trabajos de mecanizado, aquí se encuentran ubicados; un torno paralelo, una fresadora universal, una rectificadora y un torno de mesa (Figura 33).

Figura 37. Área de mecanizado.



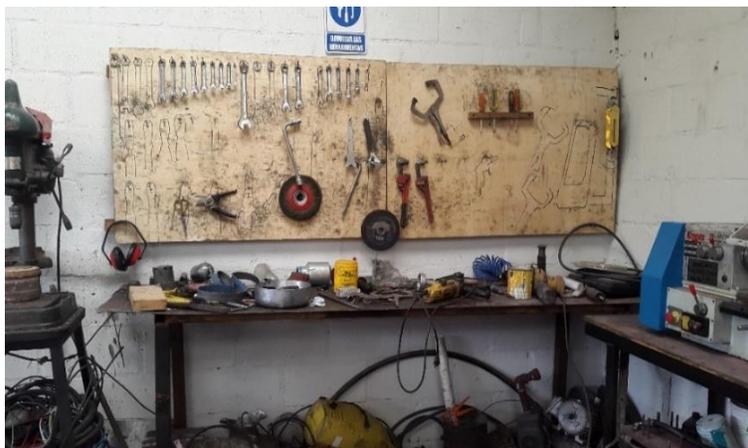
Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ La seguridad es importante en vista que durante el proceso de mecanizado se desprenden virutas, que genera un riesgo para el personal que circula cerca del lugar.
- ✓ El espacio destinado para ésta área debe permitir el mantenimiento de las máquinas, así como un movimiento cómodo del operario.

Área de herramientas: En éste lugar se ubican diversas herramientas, también se suelen colocar las matrices y los moldes de inyección (Figura 34).

Figura 38. Área de herramientas.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ Ésta área debe ubicarse en un lugar apartado de la zona de producción, para que no se obstaculice el flujo de materiales del proceso.
- ✓ El espacio debe contemplar un lugar en dónde se puedan colocar las herramientas, una mesa de trabajo y un lugar para colocar las matrices y moldes de inyección.

Área para aplicación de pintura en polvo: Ésta área está localizada cerca del lugar destinado para el mecanizado, dentro de este espacio está situada la cabina y el equipo de aplicación de pintura en polvo (Figura 35).

Figura 39. Área para aplicación de pintura electroestática.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ Esta área debe estar ubicada en un lugar abierto o con ventilación, considerando que se trabaja con pintura en polvo, lo que puede ocasionar problemas respiratorios al personal y dificultad en proceso productivo.
- ✓ El equipo necesita de un suministro de aire comprimido para trabajar, en consecuencia, es preciso ubicar este espacio cerca a la red neumática o en su defecto del compresor.

Área de secado y empacado: El secado de las piezas se realiza en un horno que está ubicado en esta zona, sin embargo, el empacado de las asas también se efectúa en una parte situada a continuación. Resulta importante señalar que el horno también es utilizado para el secado de pintura electroestática. Teniendo en cuenta lo mencionado, en esta área se llevan a cabo tres actividades, por lo tanto, resulta

importante consolidar un espacio específico para desarrollar el trabajo de empacado que en lo posible debe estar fuera de las inmediaciones de ésta área (Figura 36).

Figura 40. Área de empacado.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ La seguridad es una consideración muy importante para ésta área, resulta prioritario que éste espacio esté bien delimitado para evitar que el personal que circula por las inmediaciones sufra alguna quemadura a causa del calor que se genera en el horno cuando se realiza el proceso de secado.

Área de almacenamiento de producto terminado: Es un espacio dónde se almacena el producto terminado, el área no está definida, por tal motivo no se cuenta con un espacio fijo para éste fin.

Figura 41. Área de almacenamiento de producto terminado.



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ El almacenaje del producto debe ser en un área fuera del área de producción, para evitar daños en el mismo.
- ✓ El espacio debe ser el adecuado en dimensiones, para evitar un apilamiento excesivo de cajas.
- ✓ En lo posible ésta área debe estar cerca de la zona de carga para que el recorrido del producto sea el menor posible.
- ✓ Se debe contemplar la posibilidad de consolidar en un mismo espacio físico ésta área y la de empacado, con esto se evitaría un traslado largo e innecesario del empacado hacia el almacenamiento del producto terminado y a su vez a la zona de carga.

2.7 ZONA DE OFICINA Y VESTIDORES

En esta zona se ubican los puestos de trabajo del grupo administrativo de la empresa, además de un área de vestidores para los obreros.

Figura 42: Área de oficina.



Fuente: Autores.

- **Área de vestidores:** Los obreros utilizan este espacio físico para vestirse y colocarse los implementos adecuados para el trabajo.

Figura 43. Área de vestidores.



Fuente: Autores.

2.8 ZONA EXTERNA

Esta zona como su nombre lo indica esta fuera del edificio, en este espacio se encuentran las siguientes áreas:

- **Área para almacenaje de escoria:** El almacenaje de escoria se realiza en ésta área que se sitúa al exterior de la planta en un espacio ubicado en la parte posterior, aquí se apila toda la escoria obtenida del proceso de fundición y escoriado.

Figura 44. Área para almacenaje de escoria



Fuente: Autores.

Consideraciones de ésta área:

- ✓ Para el apilamiento de la escoria el espacio en lo posible tiene que ser externo a la planta y aislado, teniendo en cuenta que se trabaja con residuos del proceso de fundición (escoria) que al momento de ser retirados de la colada. Estos residuos normalmente están a temperaturas altas y que se enfrían lentamente al ambiente, resultando un riesgo para el personal.

▪ **Parqueadero**

Figura 45. Parqueadero



Fuente: Autores.

- **Patio de maniobras:** Es una zona para carga de producto terminado y descarga de materia prima, por este lugar transitan los camiones que realizan la entrega de materia prima, así como los vehículos que transportan el producto terminado.

Figura 46. Patio de maniobras



Fuente: Autores.

2.9 FACTORES DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Los factores que influyen en una distribución en planta varían dependiendo del proceso de producción que se realice, dentro del proceso que se desarrolla en la empresa se han identificado los siguientes factores más relevantes para la distribución: materia prima, maquinaria, movimiento, edificio y flexibilidad. A continuación, se describen éstos factores teniendo en cuenta los requerimientos de proceso de producción de piezas por inyección de aluminio, específicamente para la producción de asas:

▪ **Material**

El material, materia prima e insumos son parte esencial de cualquier proceso de producción, por ello resulta importante considerar este factor para realizar una correcta organización de la planta. La materia prima utilizada en el proceso de producción de asas es la chatarra de aluminio pues su irregularidad es un aspecto importante para poder determinar el espacio y la ubicación para el almacenaje, además la zona utilizada para esto no está correctamente delimitada, generando desorden y ocasionando que la circulación de los obreros se vea afectada, a su vez la escoria es el material resultante del proceso de fundición, éste material saliente es colocado a un lado del horno y luego llevado a la parte externa de la planta. Resulta importante adecuar un espacio exclusivo para su almacenaje y en lo posible disponer en contenedores para evitar un impacto ambiental negativo. El material en proceso son las asas, que son trasladadas por la zona de producción y mantenimiento siguiendo cada una de las etapas que son parte de la secuencia del proceso, en consecuencia, su traslado tiene que ser cómodo y rápido. Esto se puede lograr utilizando recipientes adecuados de almacenaje y medios de transporte que faciliten la movilidad del material para así agilizar el proceso. Por otro lado, el almacenaje del producto terminado es importante, el espacio físico para éste fin debe tener ciertas características que garanticen la seguridad del producto y facilidad de transporte.

Tipos de material y MP:

- ✓ Materia prima entrante (Aluminio) chatarra y alambrón.
- ✓ Material saliente (Escoria).
- ✓ Material en proceso.
- ✓ Producto terminado y almacenado

Maquinaria

Este es un factor sumamente importante que tiene influencia directa en la distribución de planta y la optimización del proceso de producción. La información de máquinas y equipos es fundamental para realizar una ubicación adecuada pues es importante conocer la cantidad de máquinas y equipos que existen en la empresa y puntualizar los que intervienen directamente en el proceso de producción para poder definir los espacios en dónde serán ubicados. A continuación, se establece una lista de las máquinas y equipos que intervienen y son parte directa en el proceso de producción de asas, especificando ciertos aspectos a tomar en cuenta:

Tabla 6. Listado y especificaciones de máquinas/equipos.

CANT.	MÁQUINA	ESTADO	NÚMERO DE OPERADORES QUE SE REQUEREN	LADOS QUE SE REQUIEREN PARA OPERAR
2	Inyectora de cámara fría (Mediana)	En funcionamiento	2	2
1	Inyectora de cámara de fría (Grande)	En funcionamiento	1	2
1	Lijadora de cinta	En funcionamiento	1	1
1	Troqueladora	En funcionamiento	1	1
1	Tambor para pulir	En funcionamiento	1	1
1	Cortadora de metales	En funcionamiento	1	1
1	Taladro de columna	En funcionamiento	1	1
3	Horno de crisol	En funcionamiento	1	2

Fuente: Autores.

Típos de maquinaria/equipos:

- ✓ Maquinaria para producción.
- ✓ Herramientas, utillaje, moldes, crisoles, teclé.
- ✓ Maquinaria para mantenimiento.
- ✓ Equipo para el proceso de pintura electrostática.
- ✓ Recipientes de almacenaje y transporte de material en proceso.

Teniendo en cuenta la secuencia en la que se desarrolla el proceso de producción de asas, es necesario que las máquinas y equipos que son parte directa del proceso de producción, tengan una ubicación contigua, esto evita recorridos largos entre etapas y un flujo adecuado del proceso. Además, el espacio requerido para cada máquina tiene que contemplar lugares para almacenamiento momentáneo de las piezas que se van obteniendo en cada etapa y por supuesto el movimiento del operario deber ser cómodo en el espacio de trabajo permitiendo un buen desempeño del obrero.

- **Edificio**

La empresa cuenta con una infraestructura dividida en tres zonas principales: zona de producción, zona de mantenimiento, zona de oficina y vestidores y Zona externa.

Tabla 7. Listado y especificaciones de las distintas áreas de trabajo.

ZONA DE PRODUCCIÓN	
ÁREAS	DIMENSIÓN (m²)
Área de fundición e inyección	64.52
Área de cortado	3.85
Área de lijado	2.53
Área de troquelado	3.52
Área de pulido	2.52
Área de pintado	29
Área de empacado	3.63
Área de almacenamiento de producto terminado	3.5
Área de trabajo común	2.92
ZONA DE MECANIZADO	
Área para almacenamiento de materia prima	8.16
Área de mecanizado	28.65
Área de herramientas	1.4
Área para aplicación de pintura electroestática	14.56
Área de secado de pintura electroestática	13.85
ZONA DE OFICINA Y VESTIDORES	
Oficinas	37.42
	8.25
ZONA EXTERNA	
Área de almacenaje de escoria	3.19
Parqueadero	255.44

Fuente: Autores

Dentro de cada una de las zonas se distribuyen diferentes áreas de trabajo y almacenaje, como detalla en la tabla 8.

- **Movimiento**

Respecto a este factor se puede constatar que se cuenta con un patrón definido de circulación para el material en proceso, sin embargo existe cruce de materiales y personas, como consecuencia de la incorrecta delimitación de espacios. Por otro lado, el movimiento del material en proceso se realiza siguiendo la secuencia del proceso de producción que se indicó anteriormente. En cada etapa las piezas son almacenadas momentáneamente en recipientes metálicos, los obreros halan y llevan cada recipiente con asas de etapa a etapa, ocasionando dificultad y demoras que se podrían minimizar de manera que resulte favorable para la optimización del proceso de producción.

- **Flexibilidad**

En vista que la empresa se encuentra en un período de crecimiento, resulta conveniente y hasta cierto punto necesario realizar una distribución en planta que se adapte a futuros cambios dentro de la producción al incorporar nueva maquinaria o procesos que ayuden a mejorar la calidad de los productos con el fin de ser más competitivos dentro de la industria.

2.10 CONDICIONES GENERALES DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

Las condiciones de las áreas de trabajo de cualquier proceso de producción, tienen que permitir un ambiente adecuado para realizar las actividades, otorgando condiciones apropiadas para realizar el trabajo, principalmente en iluminación, ventilación, orden, entre otras.

Se ha realizado un diagnóstico general de todas las áreas enfocándose principalmente en las que están destinadas a la producción. El trabajo de campo realizado permite conocer las condiciones en las que se realiza el proceso de producción, que se detalla a continuación.

- **Iluminación:** Si bien es cierto las zonas de producción, mantenimiento y oficinas cuentan con lámparas fluorescentes, sin embargo, el ingreso de luz natural es aprovechado principalmente en la zona de producción, esto no sucede en la zona de mantenimiento, donde principalmente se hace uso de la iluminación eléctrica para realizar las actividades.

- **Ventilación:** En la zona de producción no existe un sistema de evacuación de los gases provenientes principalmente de la fundición e inyección, no obstante, las instalaciones no son lugares confinados y cerrados, esto ayuda a una ventilación natural.

- **Orden y limpieza:** El orden y la limpieza no es una característica que predomine, principalmente en las zonas de producción y mantenimiento. Un factor que influye en el desorden son los espacios limitados que se suma a la poca cultura de orden por parte del personal. Un espacio que normalmente se encuentra en desorden es el área destinada al almacenamiento de materia prima, pues la chatarra se encuentra dispersa por los alrededores generando un obstáculo para los trabajadores con riesgo de producir accidentes. Además, los recipientes de almacenamiento de las asas que están en proceso de producción, ocasionan desorden e interfieren con la circulación del personal y el desarrollo del proceso en general.

2.11 ANÁLISIS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

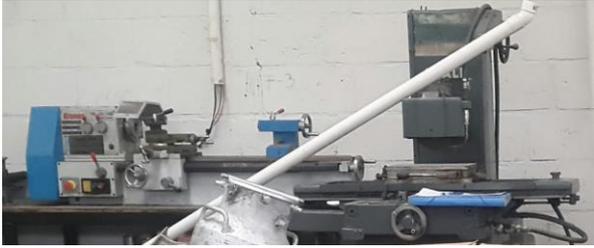
En el análisis de maquinaria se ha dado prioridad y relevancia a la maquinaria que ocupa un espacio físico dentro de la zona de producción y mantenimiento, teniendo en cuenta principalmente la que tiene influencia directa con el proceso de producción. A continuación, se presenta un listado de las máquinas y equipos con los que cuenta la empresa, es importante recalcar que se ha dado mayor relevancia a aquellos equipos y maquinaria que intervienen de manera directa y significativa en el proceso de producción de asas (tabla 9); además se indican observaciones referentes al uso de cada una de las máquinas y equipos:

Tabla 8. Listado de las máquinas/equipos.

CANT.	MAQUINA/EQUIPO	IMAGEN
2	<p style="text-align: center;">INYECTORA DE ALUMINIO DE CÁMARA FRÍA (Tamaño mediano)</p> <p>Observaciones: La inyectora se utiliza para el proceso de inyección de piezas de aluminio, faltan algunas protecciones en ciertas partes de la máquina, esto ocasiona que el cableado eléctrico se encuentre expuesto, además, se presentan fugas en las cañerías hidráulicas.</p>	
1	<p style="text-align: center;">INYECTORA DE ALUMINIO DE CÁMARA FRÍA (Tamaño grande)</p> <p>Observaciones: Se utiliza para la inyección de piezas de aluminio cuando la producción es elevada y se necesita cumplir con los pedidos de productos.</p>	

<p>1</p>	<p>LIJADORA DE CINTA</p> <p>Observaciones: Su funcionamiento es continuo y se utiliza exclusivamente para retirar las rebabas de las piezas inyectadas.</p>	
<p>1</p>	<p>TROQUELADORA</p> <p>Observaciones: Se utiliza principalmente para realizar los agujeros de sujeción de las asas. Esta máquina requiere un mantenimiento correctivo continuo, por cuanto el utillaje que se utiliza sufre periódicamente desgaste.</p>	
<p>1</p>	<p>TAMBOR PARA PULIR</p> <p>Observaciones: Es utilizado para pulir las asas luego de la etapa de lijado.</p>	

<p>1</p>	<p style="text-align: center;">CORTADORA DE METALES</p> <p>Observaciones: Se utiliza para retirar los excedentes de material de las piezas inyectadas. Un problema que se presenta continuamente en esta máquina es el desgaste del disco de corte.</p>	
<p>1</p>	<p style="text-align: center;">TORNO</p> <p>Observaciones: Es utilizado para trabajos de mantenimiento.</p>	
<p>1</p>	<p style="text-align: center;">RECTIFICADORA</p> <p>Observaciones: Es utilizada para trabajos de mantenimiento.</p>	

<p>1</p>	<p>TORNO DE MESA</p> <p>Observaciones: Es utilizado para trabajos de mantenimiento dentro de la empresa.</p>	
<p>1</p>	<p>TALADRO DE COLUMNA</p> <p>Observaciones: Se utiliza para realizar taladrados en las piezas inyectadas que así lo requieran como por ejemplo las “patas de cangrejo”.</p>	
<p>3</p>	<p>HORNO DE CRISOL</p> <p>Observaciones: Su sistema de calentamiento es a gas (GLP), el crisol utilizado es de grafito y se funde únicamente aluminio.</p>	

<p>1</p>	<p>COMPRESOR</p> <p>Observaciones: Sirve para el proceso de pintura electrostática, además se cuenta con un red neumática que llega hasta la zona de inyección y se utiliza para limpiar las matrices y colocar desmoldante.</p>	
<p>3</p>	<p>BLOWER</p> <p>Observaciones: Son parte del sistema de calentamiento de los hornos.</p>	

Fuente: Autores.

Además, se han realizado fichas técnicas de todos los equipos y maquinaria que posee la empresa con el fin de realizar una codificación adecuada, las fichas se encuentran en el anexo 2 del documento.

2.12 TIEMPOS DE PRODUCCIÓN

Se constató que la empresa no lleva un control de tiempos en el proceso de producción de inyección de asas, razón por la que la estandarización de tiempos es la propuesta de mejora que se realiza en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO 3

3. ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS

3.1 INTRODUCCIÓN

Inicialmente la empresa no cuenta con una estandarización de tiempos, siendo esta la razón primordial para realizar el estudio, teniendo en cuenta que esto permite llevar un control adecuado del proceso, en lo posible minimizar tiempos para la ejecución de trabajos y así generar un ahorro de recursos y un aumento en la producción. Considerando lo mencionado en el presente capítulo se realiza la estandarización de tiempos de producción de asas.

La estandarización de tiempos es llevada a cabo siguiendo el procedimiento para el estudio de tiempos reconocido por la OIT (Organización Internacional del Trabajo) en el libro “Introducción al estudio del trabajo”, dicho procedimiento es mencionado en múltiples bibliografías las cuales también han sido consultadas.

3.2 DESARROLLO DE LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS

Primeramente se realizó un análisis del proceso de producción de asas a fin de conocer y establecer cómo se desarrolla el proceso, conocer la secuencia del mismo, como es el desenvolvimiento de los obreros, entre otros lineamientos referentes al desarrollo del proceso que son importantes para realizar una estandarización de tiempos. El procedimiento para la estandarización de tiempos sigue una serie de pasos, que permiten llegar a establecer un tiempo estándar del trabajo en estudio y el rendimiento por hora del proceso.

3.2.1 Paso 1: Establecer el trabajo a estandarizar

El trabajo a estandarizar es el proceso de inyección de asas, pues son catalogadas como el producto estrella de la empresa, constituyéndose en el proceso de producción más importante para el sustento económico de ésta. El proceso de inyección de asas se encuentra descrito en el siguiente diagrama de proceso:

3.2.2 Paso 2: Selección de trabajadores

El proceso de producción de asas está definido por diferentes etapas y para su ejecución se han precisado seis obreros. Con el trabajo de campo se determina que los obreros efectúan las actividades a un ritmo normal, es decir, cada trabajador cuenta con la experiencia necesaria y capacitación requerida de manera que se encuentran calificados para realizar la actividad encomendada. La responsabilidad de las tareas a cumplirse es susceptible a cambios y rotación de personal dentro del proceso, la única actividad que tiene una responsabilidad exclusiva es la de inyección que es cumplida por dos obreros, todas las demás actividades que hacen parte del proceso de producción de asas pueden ser ejecutadas por cualquier otro obrero que en su momento esté disponible. Para el estudio se determinó qué actividad efectúa cada obrero y cada uno ha sido identificado con un número. La forma en que normalmente se distribuyen las tareas para cada trabajador se indica en la tabla 10.

Tabla 9. Especificación de las tareas realizadas por cada obrero.

PROCESO DE INYECCIÓN DE ASAS	
OBRERO	ACTIVIDAD
1	Fundición
1 y 2	Inyección
3	Cortado
4	Lijado
4	Troquelado
5	Pulido
6	Lavado
5 y 6	Pintado
6	Secado
5 y 6	Empacado

Fuente: Autores.

3.2.3 Paso 3: Formato para el registro de tiempos

Se estableció un formato para el registro de tiempos, que nos permite recopilar información referente al proceso de producción, así como el registro de los tiempos y todos los datos concernientes a la estandarización.

Tabla 10. Formato para el registro de tiempos.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Nombre del producto:		Asas					INDUSTRIAS ST - PASAL									
Nombre de la etapa:		Proceso de inyección de asas														
Analista:		UPS														
Estudio:		1														
Fecha:		dd/mm/2018														
ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	OBRERO	1	2	3	4	5	To (s)	VA	TB (s)	S	F	TE (s)	SF	U/m	U/hr
ESPECIFICACIONES: To = Tiempo observado; VA = Valor atribuido o factor de ritmo del trabajador; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; F = Frecuencia; TE = Tiempo estándar, SF = Suavización por frecuencia.																

Fuente: Autores.

3.2.4 Paso 4: Delimitación de las etapas

El proceso de producción de inyección de asas está compuesto de diferentes etapas. Cada una ha sido delimitada, es decir se ha definido un inicio y un final para cada actividad, estableciendo el momento para el comienzo y final de la toma de tiempos. Para la delimitación basta con establecer un punto inicial que será la referencia, entonces la toma de tiempos iniciará y finalizará en el mismo punto, esto es posible puesto que son tareas repetitivas y manuales. Cada una de las etapas tiene la siguiente delimitación (tabla 12).

Tabla 11. Delimitación de las etapas.

ETAPA	TIPOS DE ELEMENTOS	PUNTO DE REFERENCIA
Fundición	<ul style="list-style-type: none"> • Manual 	Selección de materia prima.
Inyección	<ul style="list-style-type: none"> • Repetitivo • Manual • Constante 	Lubricación del molde
Cortado	<ul style="list-style-type: none"> • Repetitivo • Manual 	Sujeta la pieza del recipiente
Lijado	<ul style="list-style-type: none"> • Repetitivo • Manual 	Sujeta la pieza del recipiente
Troquelado	<ul style="list-style-type: none"> • Repetitivo • Manual • Constante 	Sujeta la pieza del recipiente
Pulido	<ul style="list-style-type: none"> • Repetitivo • Manual 	Sujeta las piezas del recipiente
Lavado	<ul style="list-style-type: none"> • Repetitivo • Manual 	Sujeta las piezas del recipiente
Pintado	<ul style="list-style-type: none"> • Repetitivo • Manual 	Sujeta las piezas de la mesa
Secado	<ul style="list-style-type: none"> • Repetitivo • Manual • Constante 	Colocar las piezas en la malla
Empacado	<ul style="list-style-type: none"> • Repetitivo • Manual 	Sujetar las piezas de la mesa

Fuente: Autores.

En la tabla 12 se puede apreciar la delimitación de cada una de las etapas del proceso de producción de asas, además se definen los tipos de elementos que están presentes en cada etapa, es decir se determina si la etapa tiene elementos repetitivos, manuales o constantes y por último se establece el punto de

referencia para la toma de tiempos. Éste punto define el comienzo y el final de la toma de tiempos para cada una de las etapas.

3.2.5 Paso 5: Determinación del tamaño de la muestra para cada elemento

Partiendo de un número definido de observaciones preliminares se determina el tamaño de la muestra para cada etapa, resulta importante mencionar que según el Método de la Maytag – Company se establece que, para tiempos menores a dos minutos se realizan diez lecturas preliminares y para tiempos superiores a los dos minutos se efectúan cinco lecturas. Las etapas que comprenden tiempos menores a dos minutos son: inyección, cortado lijado, troquelado y pintado; por otro lado, las etapas que comprenden tiempos mayores a dos minutos son: fundición, pulido, lavado, secado y empaçado. Teniendo en cuenta lo anterior se realiza el registro de las observaciones preliminares y se determina el tamaño de la muestra para cada una de las etapas. A continuación, se presenta el tamaño de la muestra (n) obtenido para cada una de las etapas, éste dato representa el número de observaciones adicionales que se tienen que efectuar y que serán sumadas a las ya realizadas anteriormente, estableciendo así la muestra completa. En referencia a los cálculos realizados para obtener (n), se ejecutaron en una hoja de cálculo de Excel, las tablas generadas se encuentran expuestas en el Anexo 3, al final del presente documento.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum_{i=1}^{n'} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n'} x_i)^2}}{\sum_{i=1}^{n'} x_i} \right)^2 \quad (9)$$

En dónde:

n = *Tamaño de la muestra*

n' = *Número de observaciones preliminares*

x_i = *Observación i*

Tabla 12. Determinación del tamaño de la muestra para cada etapa.

ETAPA	TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	ELEMENTOS
Fundición	4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encender el sistema de calentamiento del horno. ▪ Colocar la materia prima en el crisol. ▪ Realizar el escoriado de la colada fundida.
Inyección	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puesta a punto de la máquina. ▪ Lubricar el molde. ▪ Colocar la colada en la cámara de inyección. ▪ Cierre y apertura del molde. ▪ Extracción de la pieza inyectada. ▪ Colocar la pieza en el recipiente de almacenaje.
Cortado	7	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tomar la pieza del recipiente. ▪ Colocar la pieza en el utillaje. ▪ Realizar el cortado del material. ▪ Colocar la pieza en el recipiente de almacenaje.
Lijado	4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encender la máquina. ▪ Tomar la pieza del recipiente. ▪ Realizar el lijado. ▪ Colocar la pieza en el recipiente de almacenaje.
Troquelado	6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encender la troqueladora. ▪ Tomar la pieza del recipiente. ▪ Colocar la pieza en el utillaje. ▪ Realizar el troquelado. ▪ Colocar la pieza en el recipiente de almacenaje.
Pulido	6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cargar las piezas en el tambor para pulir. ▪ Encender la máquina para el pulido. ▪ Retirar las piezas y colocar en el recipiente de almacenaje.
Lavado	6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transportar las piezas al área de lavado. ▪ Realizar el lavado de las piezas. ▪ Trasladar las piezas al área de pintado.
Pintado	6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sujetar dos piezas y colocar ganchos. ▪ Mediante inmersión realizar el pintado de las piezas. ▪ Colocar las piezas en la malla.
Secado	3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tomar las piezas. ▪ Colocar en los ganchos. ▪ Introducir en el horno. ▪ Encender el horno
Empacado	3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Retirar las piezas de la malla y colocarlas en una mesa. ▪ Enfundar un asa a la vez. ▪ Empacar y sellar.

Fuente: Autores.

En cuanto a la toma de tiempos es importante mencionar que los tiempos contemplan la preparación y puesta a punto de cada una de las máquinas.

3.2.6 Paso 6: Cálculo del tiempo observado (T_0) o tiempo promedio por elemento

Se determina el tiempo observado T_0 según la ecuación (3), que es el tiempo promedio del ciclo de operación que se ha medido con un cronómetro. Se obtuvo tomando el tiempo a la misma operación varias veces considerando el número de observaciones preliminares y el tamaño de la muestra.

3.2.7 Paso 7: Cálculo del tiempo básico (T_n) o tiempo normal

Para el cálculo del tiempo básico se consideran tres aspectos: el tiempo observado, el valor estándar y el atribuido, éste último refleja el ritmo del trabajador a la hora de realizar la operación, utilizando la ecuación (4). La valoración permite ajustar el tiempo observado a niveles normales, mediante el uso de tablas recomendadas por la OIT (Organización Internacional del Trabajo), se evalúa si el trabajo es realizado a un ritmo acelerado, rápido, normal, regular o lento. La tabla utilizada para la valoración del ritmo de trabajo se encuentra en el Anexo 4 del presente documento.

A continuación, se presenta la valoración porcentual del ritmo del trabajador para cada una de las etapas del proceso de producción de asas (ver tabla 14), se toma en cuenta el comportamiento y desenvolvimiento del obrero al momento de realizar la actividad y la velocidad con que efectúa la tarea.

Tabla 13. Valoración del ritmo del trabajador.

ETAPA	DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO DEL OBRERO	VALORACIÓN (%)
Fundición	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo intencionalmente mientras lo observan, logra el nivel de calidad y precisión fijado.	90
Inyección	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo intencionalmente mientras lo observan, logra el nivel de calidad y precisión fijado.	90

Cortado	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo intencionalmente mientras lo observan.	85
Lijado	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo intencionalmente mientras lo observan.	80
Troquelado	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo intencionalmente mientras lo observan.	80
Pulido	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, en ocasiones pierde tiempo por distracciones.	75
Lavado	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo intencionalmente mientras lo observan.	80
Pintado	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, en ocasiones pierde tiempo por distracciones.	75
Secado	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo intencionalmente mientras lo observan.	80
Empacado	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo intencionalmente mientras lo observan, logra el nivel de calidad y precisión fijado.	90

Fuente: Autores.

En la tabla 14 se establece la valoración del ritmo con el que el trabajador efectúa cada actividad y es una representación del esfuerzo, la velocidad, habilidad y comportamiento del obrero al momento de desempeñar el trabajo, éste es un aspecto importante en vista que normalmente en un alto grado éste desenvolvimiento es controlado por el obrero, por tanto el desempeño del trabajador es susceptible a cambios dependiendo de la actividad que esté ejecutando.

3.2.8 Paso 8: Cálculo del tiempo estándar (T.E.)

El tiempo estándar es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, con experiencia, plenamente calificado, capacitado y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo una operación o actividad. El cálculo del tiempo estándar se lo ha realizado para cada una de las etapas del proceso de producción de asas, teniendo en cuenta la secuencia normal en la que se realiza el proceso en el siguiente orden: fundición, inyección, cortado, lijado, troquelado, pulido, lavado, pintado, secado y empacado.

T.E. = Tiempo estándar

$$T.E. = (T_B * \text{Suplemento}) + T_B \quad \text{Suplemento} = \text{Corresponde a cada elemento}$$

T_B = Tiempo básico

Para el cálculo del tiempo estándar se determinan los suplementos correspondientes para cada etapa, los suplementos son valores porcentuales que ayudan a compensar demoras generadas al desarrollar cualquier actividad, entre estas demoras se contemplan las que se dan debido a las necesidades personales y que se denominan suplementos fijos. Por otra parte existen suplementos variables que se refieren a la fatiga básica (física o mental) en caso que el trabajo sea monótono, tedioso o repetitivo. Existen tablas que contemplan valores para determinar los suplementos y sirven como una referencia para el analista al momento de definirlos, en éste caso se ha realizado la valoración guiada en la tabla expuesta en el anexo 4.

A continuación, se presentan los valores porcentuales referentes a los suplementos y que son los correspondientes a cada etapa del proceso de producción de asas:

Tabla 14. Suplementos correspondientes a cada etapa.

ETAPA	SUPLEMENTOS													TOTAL (%)	
	Fijos		Variables												
	Suplemento personal (%)	Suplemento por fatiga básica (%)	Suplemento por estar de pie (%)	Trabajo fino o preciso (%)	(Ruido) Continuo (%)	(Ruido) Intermitente – Muy fuerte (%)	(Estrés Mental) Proceso bastante complejo (%)	(Monotonía) Nivel bajo (%)	(Monotonía) Nivel medio (%)	(Monotonía) Nivel alto (%)	(Tedio) Muy tedioso (%)	(Tedio) Tedioso (%)	Muy Tedioso (%)		(Uso de la fuerza) Peso levantado = 20 libras (%)
Fundición	5	4	2	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	3	20
Inyección	5	4	2	0	0	5	1	0	1	0	0	2	0	0	20
Cortado	5	4	2	0	0	5	1	0	0	4	0	0	5	0	26
Lijado	5	4	2	0	0	0	1	4	0	0	0	0	5	0	21
Troquelado	5	4	0	2	0	0	1	0	0	4	0	0	5	0	21
Pulido	5	4	2	2	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	17
Lavado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	16
Secado	5	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	14
Pintado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5	0	20
Empacado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	4	0	5	0	0	20

Fuente: Autores.

3.2.9 Paso 9: Suavización por frecuencia

En éste paso se calcula la frecuencia por operación o pieza de cada etapa, además la suavización por frecuencia es necesaria para homologar las unidades, ya que en ciertas actividades se trabaja una pieza a la vez y en otras se trabajan dos o más. Se establece la frecuencia para cada etapa y se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Suavización por frecuencia} = \frac{T.E.}{F} \quad (10)$$

T.E. = Tiempo estándar

F = Frecuencia

3.2.10 Tiempos estándar

Los tiempos estandarizados correspondientes a cada etapa del proceso de producción de asas se pueden apreciar en la tabla 16.

Tabla 15. Tiempos estandarizados.

ETAPA	T.E. (s)	Unidades/hora
Fundición	3866.35	205
Inyección	30.56	117
Cortado	14.04	257
Lijado	15.23	237
Troquelado	6.68	538
Pulido	358.30	553
Lavado	378.18	524
Pintado	11.68	616
Secado	744.53	3191
Empacado	579.87	683

Fuente: Autores.

Se ha logrado identificar el cuello de botella del proceso que es la etapa de inyección, ésta etapa se cataloga como tal porque su rendimiento en unidades producidas es menor en comparación a otras etapas y a su vez esto permite determinar el rendimiento del proceso en 117 Unidades/hora. Se tiene una apreciación del rendimiento del proceso de producción en cada una de sus etapas y esto es muy importante, porque permite identificar las falencias en el proceso. Adicionalmente al identificar que etapa es la que tiene menor rendimiento, se puede trabajar en ella para elevar su eficiencia y mejorar el rendimiento general de todo el proceso. Resulta importante mencionar que los datos detallados de la estandarización de tiempos se encuentran en el Anexo 5.

3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

La estandarización realizada ha permitido establecer los tiempos requeridos para llevar a cabo cada una de las etapas del proceso de producción de asas a un ritmo normal de trabajo, esto quiere decir que los obreros seleccionados tienen la experiencia necesaria, están capacitados y calificados para realizar las actividades en cuestión, en vista que llevan desempeñando las actividades más de cinco meses, tiempo en el que han podido ganar experiencia y conocer el proceso para tener un desenvolvimiento adecuado. Un resultado puntual de la estandarización es que se ha identificado el cuello de botella que es la etapa de inyección y a su vez el rendimiento del proceso que es de 117 Unidades/hora, ésta información y los datos del desempeño del proceso, permitirán a la empresa determinar puntos de mejora para la toma de decisiones y acciones específicas dentro del proceso de producción que orienten a aumentar la productividad y la eficiencia. La información proporcionada es de gran relevancia considerando que el proceso no contaba con un registro previo de tiempos.

Resulta importante mencionar que no es un objetivo del trabajo de titulación mejorar el proceso de producción aumentando el número de piezas producidas, esto depende de las decisiones y acciones que se tomen por parte de la empresa, la estandarización de un proceso de producción facilita tomar éstas decisiones y permite llevar un registro documentado del proceso de producción y un control del mismo. Sin embargo, este trabajo brinda datos importantes y necesarios para efectuar la propuesta de distribución en planta, por tanto, los tiempos establecidos en éste capítulo son un insumo importante para el siguiente análisis.

CAPÍTULO 4

4. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

4.1 INTRODUCCIÓN

Una correcta distribución en planta permite un adecuado orden y manejo de las áreas y equipos, principalmente los que tienen una influencia directa en la producción, con el fin de minimizar tiempos, espacios y costos, además de brindar una menor condición y ambiente laboral para todos los involucrados en el proceso de producción.

Al establecer una propuesta de distribución de planta se busca optimizar movimientos y procesos innecesarios en la línea de producción, con el fin de reducir sobrecostos, garantizar seguridad a operadores y personal administrativo, mejorar el recorrido de operarios y materiales, además de un incremento en la producción.

4.2 ANÁLISIS FODA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN.

Sin embargo, para conocer la situación netamente del proceso productivo y no guiarse únicamente por lo observado, realiza un análisis FODA con la ayuda de los involucrados dentro del proceso productivo como lo son los trabajadores.

Tabla 16. Análisis FODA proceso productivo.

Fortalezas	<ul style="list-style-type: none">- Mano de obra calificada.- Conocimiento de área de trabajo.- Personal con antigüedad y experiencia en el proceso.- Polifuncionalidad del personal.- Personal responsable.
Debilidades	<ul style="list-style-type: none">- Inadecuada distribución de maquinaria.- El área de almacenamiento de materia prima no abastece en casos de alta producción.- Falta fichas técnicas de maquinaria.- Inexistencia de manuales sobre el procedimiento.- Obstrucción del flujo de material atreves de la planta.

Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> - Alto nivel de ruido. - Temperaturas elevadas. - Falta de extractores de humo. - Falta de flexibilidad en cambios de proceso.
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar proceso y calidad. - Automatizar maquinaria. - Capacitar a trabajadores.

Fuente: Autores.

Mediante el análisis FODA realizado con la ayuda de los trabajadores, se identificó debilidades y amenazas en el proceso, que deben ser afrontadas mediante estrategias adecuadas que ayuden a mejorar la situación actual.

Tabla 17. Análisis de debilidades y amenazas

FODA	DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIA
D	Inadecuada distribución de maquinaria.	Redistribución en planta.
D	Falta fichas técnicas de maquinaria.	Elaboración fichas técnicas.
D	Inexistencia de manuales sobre el procedimiento.	Elaboración de manuales del procedimiento.
D	El área de almacenamiento de materia prima no abastece en casos de alta producción.	Redistribución en planta.
D	Obstrucción del flujo de material en la planta.	Redistribución en planta.
A	Falta de flexibilidad frente a cambios en el proceso.	Redistribución en planta.

Fuente: Autores

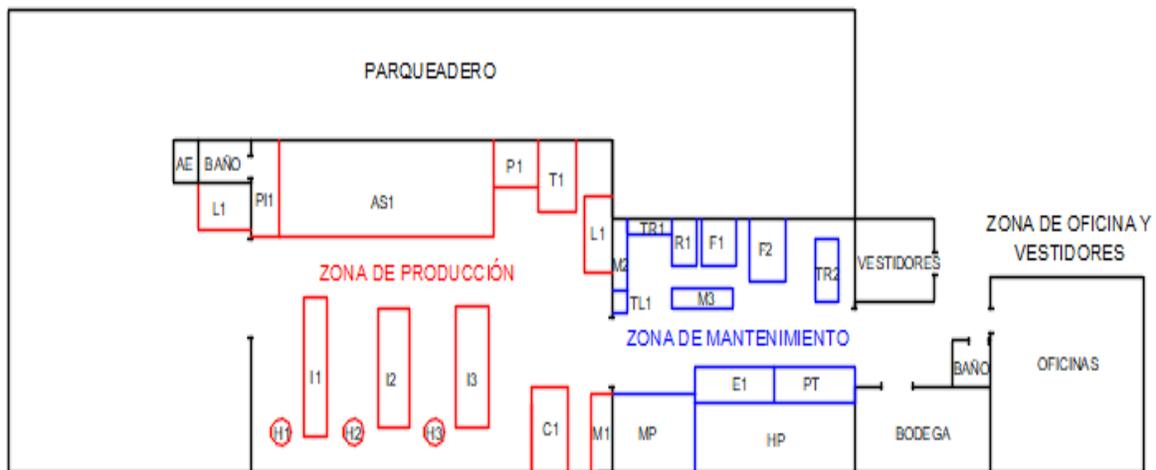
Mediante la elaboración de las estrategias para afrontar las debilidades y amenazas presentes en el proceso productivo, se puede observar que la redistribución en planta es requerida por la empresa,

puesto que existe una inadecuada distribución de áreas y maquinaria. Puntualmente el área para almacenamiento de materia prima no abastece en casos de alta producción, esto ocasiona desorden y obstrucción en el flujo de materiales y a su vez se genera demoras en el proceso.

4.3 LAYOUT ACTUAL

Los planos actuales fueron levantados para realizar este trabajo, pues la empresa no contaba con ésta información. La toma de medidas dentro de la planta fue necesaria ejecutar en horas de descanso, para no interferir con el proceso de producción. Las medidas de la maquinaria fueron tomadas de tal manera que incluya el puesto de trabajo, así se obtendrá una mejor visualización de las áreas que pueden ser transitadas dentro de la planta.

Figura 47. Layout actual.



Fuente: Autores.

Para la identificación de las máquinas se realizaron fichas técnicas (ver anexo 2), las cuales pueden ser utilizadas por la empresa como insumo para tareas de mantenimiento. Las fichas contienen información de las características generales, técnicas y operacionales de cada uno de los equipos y maquinaria, además están codificadas de tal manera que permita una ubicación rápida y sencilla y realizar tareas de mantenimiento más eficientes.

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los valores obtenidos mediante el análisis de áreas para cada máquina.

Tabla 18. Área necesaria para cada máquina.

ZONA DE PRODUCCIÓN					
Máquina	Ss (m2)	N	Sg (m2)	K	Se (m2)
Horno fundición	0,63	3	1,89	1,5	3,78
Inyectora	3,9	2	7,8	1,5	17,55
Cortadora	0,8	2	1,6	1,5	3,6
Lijadora	0,7	2	1,4	1,5	3,15
Troqueladora	1,8	1	1,8	1,5	5,4
Pulidora	1,2	1	1,2	1,5	3,6
Hidrolavadora	1,56	1	1,56	1,5	4,68
Horno secado	7,3	1	7,3	1,5	21,9
ZONA DE MANTENIMIENTO					
Taladro de columna	0,4	3	1,2	2	3,2
Torno de banco	0,94	1	0,94	2	3,76
Rectificadora	1,4	1	1,4	2	5,6
Fresadora universal	2,2	3	6,6	2	17,6
Torno paralelo	1,78	1	1,78	2	7,12

Fuente: Autores

Los valores finales dentro de la tabla anterior, son las áreas necesarias recomendadas con las que se puede establecer una máquina.

Tabla 19. Maquinaria y áreas de la empresa.

Codificación	Descripción	Área c/máquina (m2)
ZONA DE PRODUCCIÓN		149.5
H1, H2, H3	Hornos de crisol.	1.9
I1, I2, I3	Inyectoras.	3,9
CO	Cortadora.	0,8
LI	Lijadora.	0,4
TQ	Troqueladora.	1.8
PL	Pulidora.	1.2
AS	Área de secado.	25,66

PI	Área de pintado.	3,34
M1	Mesa para trabajo común.	2,1
ÁREA EXTERNA		
AL	Área de lavado.	2,25
AE	Almacenamiento de escoria.	1,5
	Baño	2,86
ZONA DE MANTENIMIENTO		
TL1	Taladro de columna.	0,4
M2, M3	Mesa para trabajo común.	4,2
TR1	Torno de banco.	0,94
R1	Rectificadora.	1,4
F1, F2	Fresadora universal.	2.2
TR2	Torno paralelo.	1,78
MP	Almacenamiento materia prima	8,16
E1	Área de empacado	3,63
HP	Horno de secado.	7,3
PT	Almacenamiento producto terminado.	3
ZONA DE OFICINA Y VETIDORES		
	Oficinas	37,8
	Vestidores	8.25
	Bodega	14,56
	Baño	2,24
ZONA DE PARQUEO		261,46 m2

Fuente: Autores

4.4 DIAGRAMA DE RECORRIDO

Al momento de realizar una distribución en planta, el diagrama de recorrido se convierte en un auxiliar valioso, ya que con él obtenemos una vista global compacta y general de un proceso en existencia o propuesto, además de que familiariza rápidamente a los involucrados con el proceso. Los símbolos para realizar diagramas de recorrido según la norma ASME para diagramas de recorrido son:

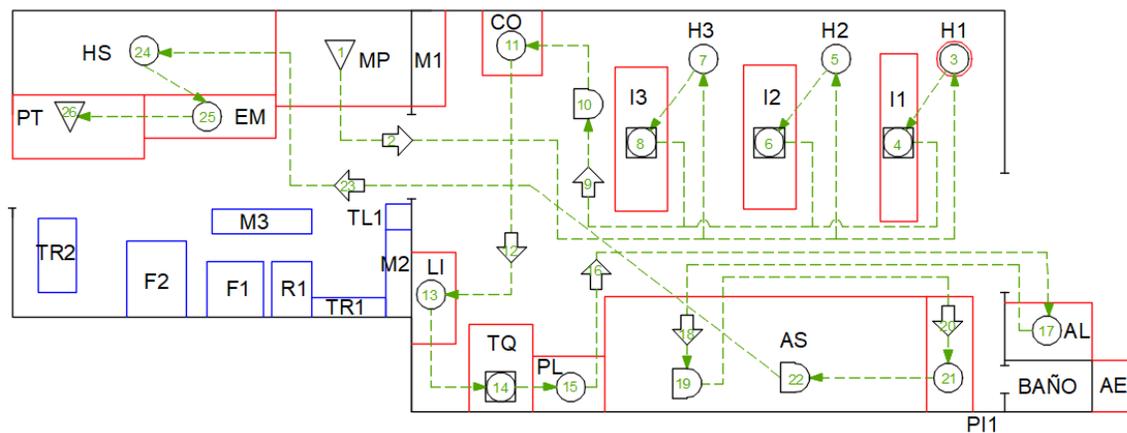
Tabla 20. Símbolos ASME para diagramas de recorrido.

Símbolo	Control	Operación	Demora	Combinados	Transporte	Almacenamiento
						
Descripción	Control	Operación	Demora	Combinados	Transporte	Almacenamiento

Fuente: Autores.

En la figura 45, se muestra el diagrama de recorrido actual, en donde se indica la trayectoria seguida por el objeto o actividad que se estudia, el diagrama va acompañado por símbolos de análisis de procesos según la norma ASME, los símbolos son colocados sobre el plano, con el fin de indicar lo que sucede en el proceso de producción de asas.

Figura 48. Diagrama de recorrido actual



Fuente: Autores

Otro de los auxiliares utilizados para un análisis de distribución de planta es el cursograma, con éste método se analiza en conjunto el recorrido y los tiempos, por esta razón se lo utiliza en la distribución actual y en cada una de las propuestas con el fin de obtener una mejor interpretación. A continuación, se muestra el cursograma actual (ver tabla 21) y en los anexos 6, 7, 8 y 9 se detalla para cada propuesta.

Tabla 21. Cursograma (Actual)

Cursograma Analítico								
Proceso: Manufactura de Asas								
Elaborado Wilmer Cáceres Carlos Sarmiento		Revisado Ing. Adriana Guamán Tutora de Proyecto		Aprobado Sr. Luis Cuenca Sr. Paúl Reinoso				
Actividad	Símbolo	Actual	Resumen					
Operación		10	Distancia recorrida 110.56 m					
Transporte		8						
Espera		3						
Inspección		2						
Almacenamiento		2						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo				Observaciones	
Almacenamiento de materia prima	-	-						
De almacenamiento de materia prima a Hornos de crisol	32,07	29,13						
Fundición de aluminio	-	3866,35						
Inyección	-	30,56						
De inyectoras a almacenamiento temporal	17,71	16,08						
Almacenamiento temporal	-	1200						
Cortado	-	14,04						

De cortadora a Lijadora	7,52	6,83						
Lijado	-	15,23						
Troquelado	-	6,68						
Pulido	-	358,30						
De pulidora a lavado	16,26	14,77						
Lavado	-	378,18						
De lavado a almacenamiento temporal	12,54	11,39						
Almacenamiento temporal	-	600						
De almacenamiento temporal a pintura	10,46	9,5						
Pintado de piezas	-	11,68						
Secado de pieza al ambiente	-	2700						
De secado al ambiente a horno	20,52	18,64						
Secado en horno	-	744,53						
Empacado	-	579,87						
De empacado a almacenamiento de producto terminado	4,8	5,36						
Almacenamiento de producto terminado (PT)	-	-						

Fuente: Autores

4.5 ANÁLISIS DEL PROCESO Y DIAGRAMA DE RECORRIDO

Para analizar el recorrido se inicia considerando que la materia prima se encuentra almacenada dentro de la planta junto al horno de secado. Para comenzar la producción la materia prima es trasladada con la ayuda de carretillas hacia los hornos de fundición, estos hornos están ubicados junto a las inyectoras, siendo necesario que se encuentren lo más cercano posible por seguridad del trabajador y calidad del producto final; cabe recordar que el horno debe estar a una temperatura adecuada antes de colocar la materia prima. La escoria que se genera en el proceso de fundición es colocada a un lado del horno temporalmente para ser trasladada a la parte externa de la planta.

En la etapa de inyección se forman las piezas, las que son colocadas en contenedores por un determinado tiempo con el fin de que baje su temperatura y puedan ser manipulables. Las piezas después del alcanzar una temperatura adecuada, son trasladadas en contenedores hacia el siguiente proceso que es el cortado, aquí se eliminan las mazarotas generadas al momento de la inyección, y éstas se convierten nuevamente en materia prima. Cada cierto tiempo el operario de la cortadora debe lubricar el disco de corte para evitar sobrecalentamiento de la herramienta y la ruptura. Al tener un lote de piezas sin mazarotas en los contenedores, son trasladados necesariamente entre dos personas hacia la lijadora, debido al peso y el recorrido. El camino que sigue la etapa de lijado hacia el troquelado es muy corto porque las máquinas se encuentran juntas. Durante este proceso el operario a más de generar el troquelado realiza una inspección de la pieza, pues puede sufrir deformaciones excesivas o fisuras debido a las perforaciones. En estos casos las piezas son consideradas defectuosas y retiradas del proceso para convertirse en materia prima. Después del proceso de troquelado se realiza el pulido y lavado de manera simultánea, debido a que el tiempo que le toma al operario realizar los traslados del material y el lavado, es el mismo que el pulido. Tras el lavado, las piezas son trasladadas hacia a la etapa de pintado, este proceso se lo realiza por inmersión y posteriormente colocadas en una malla para que gotee el exceso. En la etapa final del proceso las piezas son llevadas al horno de secado a una temperatura de 150°C, a ésta temperatura se asegura que la pintura se adhiera a la pieza. Tras cumplir un cierto tiempo dentro del horno las piezas son extraídas y se espera un momento para que se enfríen al ambiente. Por último, se realiza el empaclado en donde las asas son colocadas dentro de fundas individuales y situadas dentro de una caja.

4.6 PROPUESTAS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

En ésta sección se analizan tres alternativas de distribuciones en planta, con fundamento en los análisis realizados anteriormente. De las tres diferentes propuestas, se elegirá una, para ello se utilizan diferentes métodos de análisis y un software (CORELAP 01). A partir del análisis antes realizado de factores que afectan la distribución en planta, se ha optado por no modificar la posición de las oficinas debido a las limitaciones del terreno, edificación existente y confort de clientes y socios. Todas las propuestas serán analizadas con la ayuda de cursogramas que se encuentran en los anexo 6, 7, 8, 9 y al final se compararán todos los tiempos con el fin de encontrar la mejor distribución en planta.

4.6.1 PRIMERA PROPUESTA.

Figura 49. Interfaz de inicio software Corelap 01.



Fuente: Autores.

Para la primera propuesta nos basaremos en un software libre especializado en distribuciones en planta llamado “Corelap 01”, los resultados que brinda el software tienen que ser examinados con criterio en base a los factores que afectan la distribución en planta.

El software realiza el análisis mediante un proceso de iteraciones. En primer lugar, calcula el orden en que deben ser colocados los departamentos dentro de la planta y finalmente se coloca los departamentos en las posiciones más adecuadas.

Para comenzar, se debe generar un nuevo documento.

Figura 50. Interfaz para introducción de datos en software Corelap 01.

CORELAP 01_Plantamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Almacenamiento M	12
2	Inyección	63.99
3	Corte	3.6
4	Lijado	3.15
5	Troquelado	5.4
6	Pulido	3.6
7	Lavado	4.68
8	Pintado	29
9	Secado	21.9
10	Empacado	3.63
11	Almacenamiento P	9
12	Mantenimiento	37.28

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

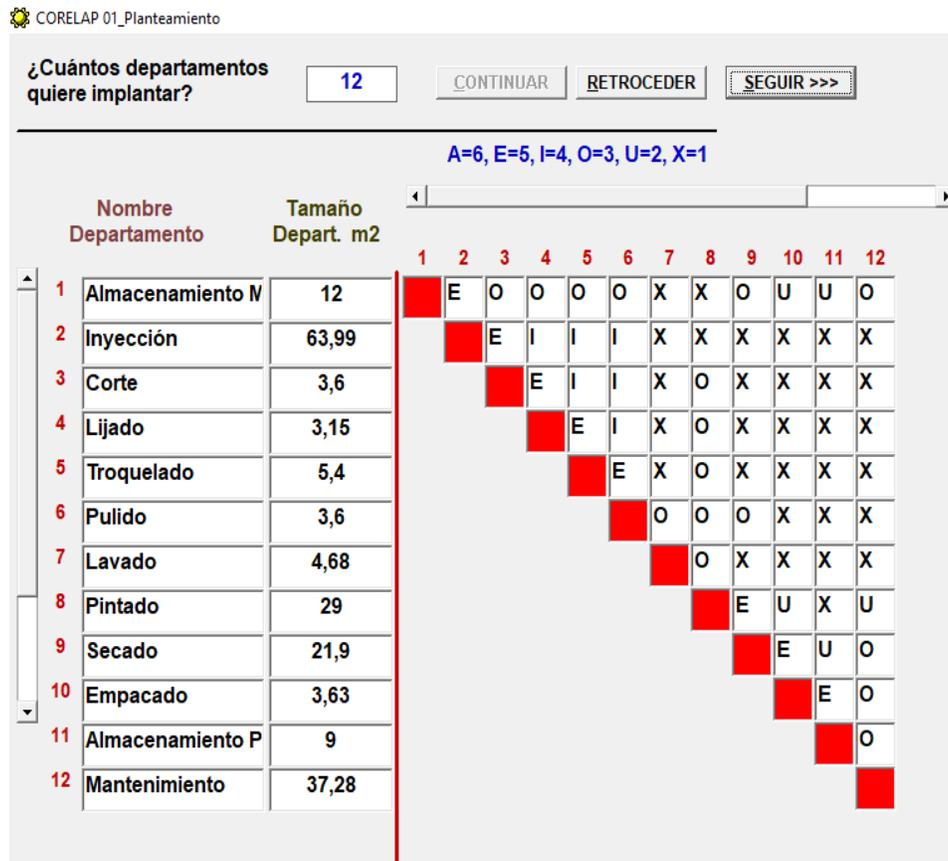
A =	<input type="text" value="6"/>
E =	<input type="text" value="5"/>
I =	<input type="text" value="4"/>
O =	<input type="text" value="3"/>
U =	<input type="text" value="2"/>
X =	<input type="text" value="1"/>

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Fuente: Autores.

Dentro de la pantalla que se genera se deben colocar todos los datos necesarios como son la cantidad, nombre y superficie que ocupa cada departamento además de la superficie que se dispone en la planta. Dentro del departamento de mantenimiento constan las diferentes máquinas para realizar dicho proceso. No se los ha colocado individualmente debido a que estas maquinarias deben estar juntas y no distribuidas en distintas partes de la planta.

Figura 51. Diagrama de relación de actividades.



Fuente: Autores.

En esta parte el software nos pide que coloquemos la relación que existe entre las actividades, designando valores de importancia.

Tabla 22. Valoraciones y códigos para análisis de relación de actividades.

Código	Definición	Valor
A	Absolutamente necesario que estos departamentos estén juntos.	6
E	Especialmente importante.	5
I	Importante.	4
O	Ordinariamente importante.	3
U	Sin importancia.	2
X	No deseable.	1

Fuente: Autores

En la tabla anterior se puede apreciar de mejor manera las valoraciones de relación dependiendo de la importancia de cercanía entre departamentos.

Figura 52. Interfaz de ordenación de departamentos.

CORELAP 01_Presentación Resultados (No responde)

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Pulido	32	3,6
2.-	Almacenamiento I	29	12
3.-	Troquelado	29	5,4
4.-	Corte	29	3,6
5.-	Lijado	29	3,15
6.-	Inyección	28	63,99
7.-	Pintado	27	29
8.-	Secado	26	21,9
9.-	Empacado	23	3,63
10.-	Mantenimiento	20	37,28
11.-	Almacenamiento I	19	9
12.-	Lavado	15	4,68

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

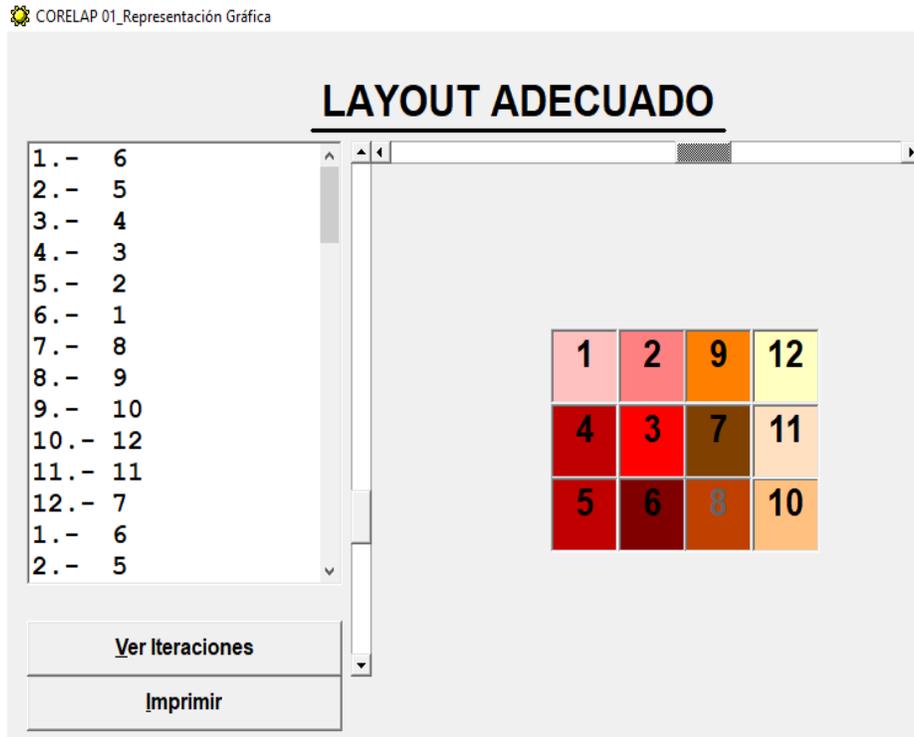
Superficie Requerida:

Superficie Disponible:

Fuente: Autores.

El software realiza una ordenación de los departamentos dependiendo de sus valores TCR (Relación de Cercanía Total por sus siglas en inglés) que se obtienen al analizar la tabla de relaciones.

Figura 53. Resultado gráfico de distribución en planta.

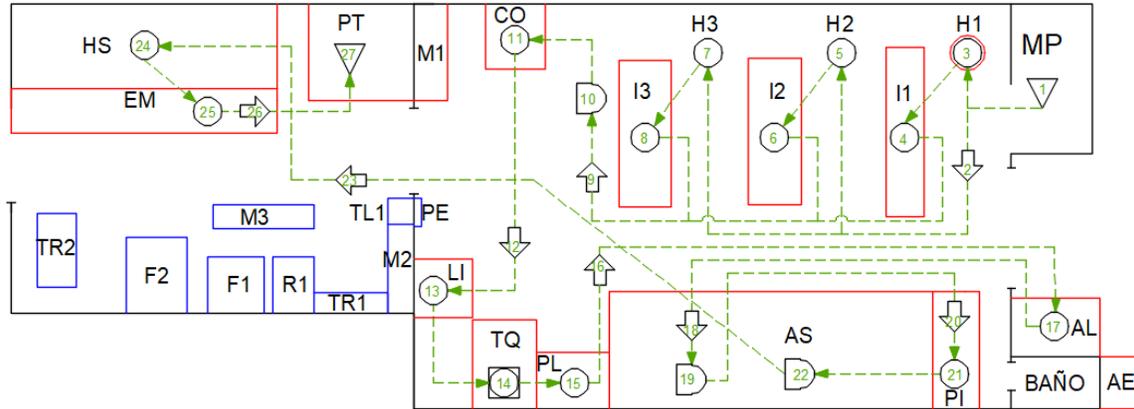


Fuente: Autores.

El software entrega una solución gráfica como recomendación para la implementación en un layout. En el layout recomendado por el software se indica una distribución en planta similar a la actual, al ser una recomendación es susceptible a variaciones otorgadas por el diseñador, como es el caso del lavado ya que no puede estar dentro de la planta debido a que trabaja con agua a presión, por tanto, es necesario que se ubique en una zona alejada a la maquinaria. Otro de los puntos a considerar del layout recomendado por el software, es la dificultad de colocar la maquinaria en 4 columnas, debido a las limitaciones de la edificación, por tanto, se deben distribuir las máquinas de acuerdo a la edificación existente, pero sin perder las relaciones recomendadas por el software.

Según la recomendación del software se debe colocar la materia prima junto al área de inyección, pero existe un inconveniente, el poco espacio entre la inyectora y el límite de la edificación, esto obliga a realizar una obra civil para ampliar la edificación

Figura 54. Diagrama de recorrido (primera propuesta)



Fuente: Autores.

Una de las principales ventajas que se puede observar mediante esta nueva distribución es la reducción de distancia entre la materia prima y los hornos de crisol. Además, ganamos espacio para el almacenamiento de producto terminado y empaquetado.

Tabla 23. Cotización para extensión de edificación.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Excavación a mano	M2	9	4,75	42,75
2	Desalojo de material	M3	2,34	5,46	12,77
3	Compactación con equipo liviano	M2	9	2,98	26,82
4	Fundición con hormigón simple f'c=300kg/cm2	M3	1,8	136,57	245,82
5	Malla electrosoldada R-84	M2	9	2,88	25,92
6	Levantamiento de paredes	M2	34,2	23,35	798,57
7	Cubierta de losa 5cm de espesor	global	1	120	120
8	Aislar lugar de trabajo (evitar generar polvo dentro de la planta)	global	1	35	35
Total					\$ 1307,66

Fuente: Autores

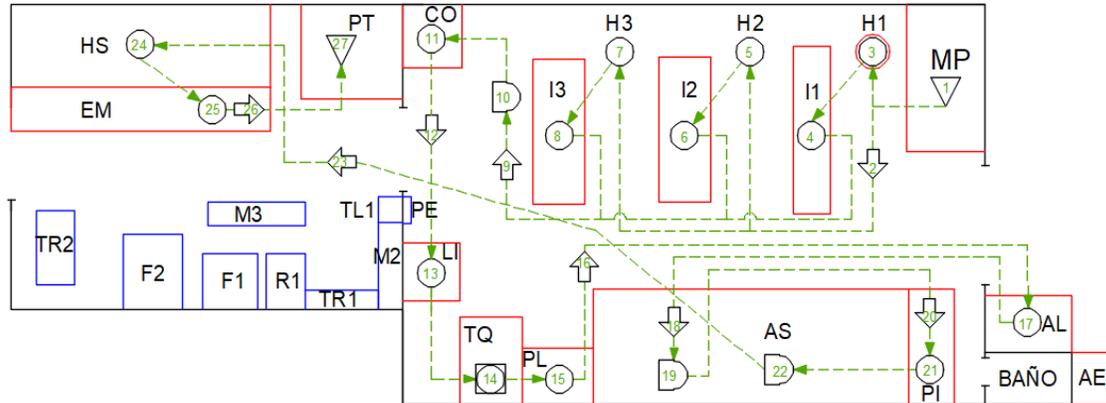
La tabla anterior nos indica el costo que conlleva ampliar la edificación para la ubicación de la materia prima, la cotización mostrada se realizó con la ayuda de una compañía dedicada a obras civiles.

Al realizar el análisis del recorrido con la ayuda del cursograma se obtuvo un tiempo de 101,41 segundos, teniendo en cuenta que cada recorrido se lo realice una sola vez.

4.6.2 SEGUNDA PROPUESTA

Para la realización de la segunda propuesta nos basamos en la disposición otorgada por el software, pero a diferencia de la primera propuesta se obvia la realización de una obra civil y en su lugar se prioriza la reubicación de hornos de crisol y las inyectoras.

Figura 55. Diagrama de recorrido (segunda propuesta)



Fuente: Autores

Como se puede observar en el layout se ha considerado retirar una mesa de trabajo común (M1) el cual no tiene influencia dentro del proceso de producción. Dentro de esta propuesta se debe considerar gastos ocasionados por el movimiento de los hornos e inyectoras, además de sus respectivas instalaciones.

Tabla 24. Rubro de movimiento de maquinaria.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Desanclaje y anclaje de inyectoras.	global	3	20	60
2	Alquiler de grúa pluma para movimiento de inyectoras	Horas	2	35	70
3	Reubicación de hornos	global	3	25	75
4	Instalaciones eléctricas en inyectoras	global	3	30	90
5	Instalaciones eléctricas en blowers	global	3	30	90
6	Instalaciones de gas	global	3	30	90
Total					\$ 475

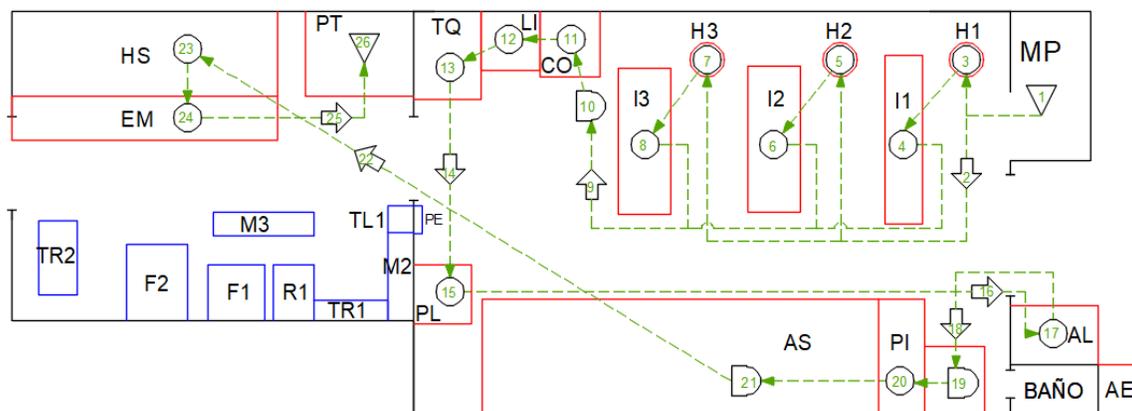
Fuente: Autores.

La cotización anterior indica el costo que se generaría al desplazar la maquinaria dentro de la planta. El movimiento de maquinaria se debe realizar en un día no laborable, pues se necesita detener la producción por un tiempo considerable para realizar las modificaciones. El tiempo de recorrido obtenido con esta distribución es de 98,16 segundos.

4.6.3 TERCERA PROPUESTA

En la tercera propuesta al igual que en la anterior se elimina la mesa de trabajo común (M1), y en su lugar se coloca la lijadora y troqueladora. Además, se reitera la consideración de la distribución recomendada por el software. No se considera un gasto para el movimiento de la maquinaria, pues esta no tiene un peso considerable, por lo tanto, se la puede reubicar rápidamente con la ayuda del personal de la empresa.

Figura 56. Diagrama de recorrido (tercera propuesta)



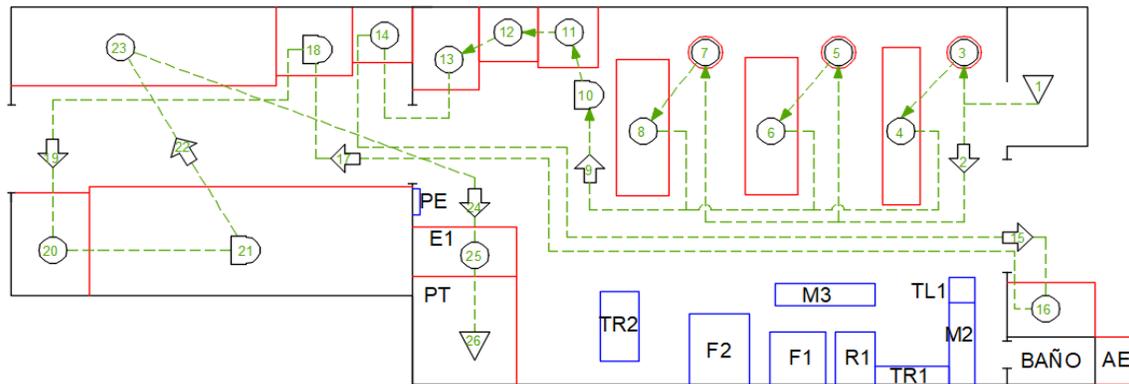
Fuente: Autores

En el layout propuesto se puede observar que se minimizan los cruces en el recorrido del material en relación a la distribución actual, también se logra un aumento en el área de secado, que según el análisis realizado anteriormente es donde se puede registrar un cuello de botella debido al tiempo que se necesita para que las piezas se sequen lo suficiente para entrar en el horno. Al igual que en la primera propuesta, se debe añadir el costo de la obra civil a realizar con el fin de almacenar la materia prima. El tiempo de recorrido obtenido con la tercera propuesta es de 77,77 segundos.

4.6.4 CUARTA PROPUESTA

Para esta propuesta se considera reubicar la zona de mantenimiento y ubicar en ese lugar el área de pintura, de acuerdo a los parámetros revisados anteriormente acerca de los factores que influyen en la distribución en planta. Con esta propuesta se pierde flexibilidad al querer incorporar nueva maquinaria o proceso, esto se debe a que la edificación y las limitaciones del terreno no favorecen una posible extensión de la empresa hacia las oficinas.

Figura 57. Diagrama de recorrido (cuarta propuesta)



Fuente: Autores.

Al revisar el layout de la propuesta se puede observar una mejor fluidez en el movimiento del material, pero esto ocasiona agrandamiento de distancias en el traslado de las piezas. Para esta propuesta también se genera un costo de movimiento de maquinaria y sus debidas instalaciones. El tiempo que se genera en esta propuesta es de 123.63 segundos.

Tabla 25. Rubro por movimiento de maquinaria.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Reubicación de torno paralelo	global	1	40	40
2	Reubicación de fresadoras	global	2	40	80
3	Reubicación de rectificadora	global	1	40	40
4	Instalaciones eléctricas de maquinaria	global	1	150	150
5	Anclaje de maquinaria	global	3	20	60
6	Obra civil	global	1	1	1307,66
Total					\$ 1677,66

Fuente: Autores.

4.7 ANÁLISIS DE PROPUESTAS.

En este punto se analizan los tiempos generados en cada distribución con respecto a la actual, para ello se calculan el tiempo ahorrado al mes en recorridos y con ese valor se obtiene un nuevo número de piezas producidas. Es de importancia mencionar que los recorridos no se realizan la misma cantidad de veces debido a que existen procesos en que se necesita trasladar 55 piezas y 150 piezas una sola vez, esto en referencia a la etapa de pulido, lavado, pintado y secado. En la etapa de pulido la capacidad del tambor obliga a que el lote de piezas sea de 55 y ésta cantidad de asas también pasa por la etapa de lavado y pintado, no así para el secado que se tienen que completar 150 piezas que es la capacidad de los contenedores de transporte.

Tabla 26. Número de piezas generadas con cada propuesta.

	metros/mes	min/mes	Núm. piezas	Dif/mes	Dif/año	Inversión
Actual	26737,1	404,8	23945	-	-	-
1ra propuesta	24466,3	370,4	24021	76	912	\$1307,66
2da propuesta	24179	366	24030	85	1020	\$475
3ra propuesta	18589,9	281,4	24219	274	3288	\$1307,66
4ta propuesta	37688,6	570,6	23587	-358	-4296	\$1677,66

Fuente. Autores

Para obtener la diferencia de número de piezas en cada mes, se utilizó el tiempo ahorrado en cada propuesta y se estima con ese tiempo cuantas piezas extras se pueden producir.

Según el análisis realizado se puede constatar que con la tercera propuesta se ahorra la mayor cantidad de tiempo en los recorridos, por tanto, con ese tiempo ahorrado se puede generar una mayor cantidad de piezas. En la primera y segunda propuesta también se logra obtener un ahorro de tiempo, pero no es en una cantidad significativa, mientras que la cuarta propuesta no es recomendable implementarla debido a que se generan mayores cantidades de tiempo en los recorridos y a su vez una menor producción de piezas.

CAPÍTULO 5

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1 INTRODUCCIÓN

Un análisis económico – financiero es de vital importancia para la toma de decisiones, principalmente para la selección de un proyecto que genere ganancias y sea rentable, considerando las inversiones que se realizarán y evaluando los costos y las ganancias del proyecto. En el presente capítulo se evaluará económicamente cada una de las propuestas de distribución en planta realizadas, estableciendo el monto de los recursos económicos que se requiere para la implementación, sumado a esto, se analizará la viabilidad de las 4 alternativas presentadas mediante; VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y Relación B/C (Beneficio – Costo).

5.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA – ACTUAL

Se realiza el análisis económico financiero actual de la empresa, de manera que se permita realizar una comparación actual vs propuestas, estableciendo los indicadores financieros actuales VAN, TIR, B/C.

5.2.1 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN

El costo de producción representa el gasto económico necesario para mantener el proceso operativo, para determinar el costo de producción se establecen los costos fijos y costos variables.

Costos fijos

Los costos fijos del proceso de inyección de asas son: mano de obra directa y mano de obra indirecta.

Tabla 27. Mano de obra directa.

MANO DE OBRA DIRECTA		
DENOMINACIÓN	CANTIDAD	VALOR (\$)
Obreros	7	4100
TOTAL MENSUAL (\$)		4100
TOTAL ANUAL (\$)		49200

Fuente: Empresa Industrias ST – PASAL.

Tabla 28. Mano de obra indirecta.

MANO DE OBRA INDIRECTA		
DENOMINACIÓN	CANTIDAD	VALOR (\$)
Gerente	1	600
Jefe de calidad	1	600
Jefe de producción	1	600
TOTAL MENSUAL (\$)		1800
TOTAL ANUAL (\$)		21600

Fuente: Empresa Industrias ST – P.A.S.A.L.

Tabla 29. Costos fijos.

COSTOS FIJOS	
DENOMINACIÓN	VALOR (\$)
Mano de obra directa	4100
Mano de obra indirecta	1800
TOTAL MENSUAL (\$)	5900
TOTAL ANUAL (\$)	70800

Fuente: Empresa Industrias ST – P.A.S.A.L.

Costos variables

Los costos variables que hacen parte del proceso de producción de asas son: materia prima directa, materia prima indirecta y costos indirectos de fabricación.

Tabla 30. Materia prima directa.

MATERIA PRIMA DIRECTA		
DENOMINACIÓN	CANT./UNIDAD	VALOR (\$)
Aluminio (Chatarra)	6 Tm	11000
TOTAL MENSUAL (\$)		11000
TOTAL ANUAL (\$)		132000

Fuente: Industrias ST – P.A.S.A.L.

Tabla 31. Materia prima indirecta.

MATERIA PRIMA INDIRECTA		
DENOMINACIÓN	CANT./UNIDAD	VALOR (\$)
Pintura		460
Disolvente		126,9
Fundas		90
Cajas		240
Cinta		30
Desmoldante		160
Lijas		168
TOTAL MENSUAL(\$)		1274,9
TOTAL ANUAL (\$)		15298,8

Fuente: Industrias ST – PASAL.

Tabla 32. Costos indirectos de fabricación.

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN		
DENOMINACIÓN	UNIDAD	VALOR (\$)
Agua	m ³	20
Luz	kW/h	350
Internet	min.	23
Transporte	USD	75
Gas	Cilindros	300
Arriendo	USD	500
Isumos mantenimiento	USD	90
TOTAL MENSUAL (\$)		1358,00
TOTAL ANUAL (\$)		16296,00

Fuente: Industrias ST – PASAL.

Tabla 33. Costos variables.

COSTOS VARIABLES	
DENOMINACIÓN	VALOR (\$)
Materia prima directa	11000
Materia prima indirecta	1274,9
C. I. de fabricación	1358,00
TOTAL MENSUAL (\$)	13632,90
TOTAL ANUAL (\$)	163594,80

Fuente: Industrias ST – PASAL.

Costo de producción

Con el costo de producción se determina el precio del producto, teniendo en cuenta la demanda y el porcentaje de utilidad.

Tabla 34. Costos de producción.

COSTO DE PRODUCCIÓN	
DENOMINACIÓN	VALOR (\$)
Costos fijos	5900
Costos variables	13632,90
TOTAL MENSUAL (\$)	19532,90
TOTAL ANUAL (\$)	234394,80

Fuente: Industrias ST – PASAL.

Tabla 35. Precio del producto.

PRECIO DEL PRODUCTO					
ARTÍCULO	C.P. MENSUAL (\$)	DEMANDA MENSUAL (Unidades)	C.P./DEMANDA	UTILIDAD	PRECIO (\$)
Asa	19532,90	23945	0,82	0,2	0,979

Fuente: Industrias ST – PASAL.

5.2.2 ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA

Determinados los costos fijos y variables se estructura el flujo de caja, previamente se establecen los ingresos para un período de cinco años, realizando una proyección de la demanda, que no es más que una estimación de las ventas futuras. La proyección de la demanda se realiza mediante el método de los promedios móviles, haciendo uso de los datos de producción que se tienen de los años anteriores (2017–2018), con lo que se obtiene una estimación de las ventas futuras. El flujo neto para el quinto año (2023) es positivo con un valor de 143399,7 dólares, esto significa que los ingresos de éste periodo fueron mayores a los egresos, esto se ve corroborado en el análisis de los indicadores financieros expuestos más adelante. El flujo de caja actual se encuentra detallado en el anexo 10.

5.2.3 INDICADORES FINANCIEROS

Tabla 36. VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y Relación B/C (Costo - Beneficio).

VAN	\$ 44881,51
TIR	20 %
B/C	1,27

Fuente: Industrias ST – PASAL.

5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA –1ra PROPUESTA

Se realiza el análisis económico financiero de la 1ra propuesta, para ésta alternativa se incurrirán en gastos de obra civil para acondicionar una nueva área para la materia prima, estos gastos son tomados en cuenta para el cálculo del flujo de caja. Es importante mencionar que los costos fijos, variables y de producción para ésta propuesta son los mismos que los actuales, por tal motivo las tablas no se repiten.

5.3.1 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN

El costo de producción mensual es el mismo para cada una de las propuestas \$ 19532,90, sin embargo, el costo del producto es diferente puesto que cada una de las alternativas brinda una demanda mensual diferente, es así que el costo del producto varía, de propuesta a propuesta. La demanda mensual que se tiene para la 1ra propuesta es de 24021 unidades.

Tabla 37. Precio del producto.

PRECIO DEL PRODUCTO					
ARTÍCULO	C.P. MENSUAL (\$)	DEMANDA MENSUAL (Unidades)	C.P./DEMANDA	UTILIDAD	PRECIO (\$)
Asa	19532,90	24021	0,81	0,2	0,976

Fuente: Industrias ST – PASAL.

El costo del producto para la 1ra propuesta es 0,976 cts.

5.3.2 ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA

Para la elaboración del flujo de caja se toma en cuenta la inversión a realizar por consecuencia de la obra civil que se realizará, el valor de inversión es de \$ 1307,66 dólares, éste valor es incluido en el flujo de caja con lo que se tienen los siguientes resultados. El flujo neto para el quinto año (2023) es positivo con un valor de 143898,87 dólares, esto significa que los ingresos de éste periodo fueron mayores a los egresos, esto se ve corroborado en el análisis de los indicadores financieros expuestos más adelante. El flujo de caja de la 1ra propuesta se encuentra detallado en el anexo 11.

5.3.3 INGRESO POR AHORRO

Teniendo en cuenta el precio del producto con ésta propuesta se determina un ingreso por ahorro, éste rubro está incluido como un valor adicional en los ingresos dentro del flujo de caja.

Tabla 38. Ingresos por ahorro.

INGRESO POR AHORRO				
PRECIO POR PRODUCTO ACTUAL \$	PRECIO POR PRODUCTO 1ra PROPUESTA \$	AHORRO \$	PRODUCCIÓN MENSUAL Unidades	AHORRO ANUAL \$
0,979	0,976	0,003	23945	922,02

Fuente: Industrias ST – PASAL.

5.3.4 INDICADORES FINANCIEROS

Tabla 39. VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y Relación B/C (Costo - Beneficio).

VAN	\$ 44931,34
TIR	20 %
B/C	1,28

Fuente. Autores

5.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA –2da PROPUESTA

Se realiza el análisis económico financiero de la 2da propuesta, para ésta alternativa se incurrirán en gastos de reubicación y movimiento de maquinaria, como consecuencia del movimiento del área de inyección y corte, estos gastos son tomados en cuenta para el cálculo del flujo de caja. Es importante mencionar que los costos fijos, variables y de producción para ésta propuesta son los mismos que los actuales, por tal motivo las tablas no se repiten.

5.4.1 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN

El costo de producción mensual es el mismo para cada una de las propuestas \$ 19532,90, sin embargo, el costo del producto es diferente puesto que cada una de las alternativas brinda una demanda mensual diferente, por tanto el costo del producto varía en cada propuesta, obteniendo una demanda mensual de 24030 unidades para la 2da propuesta.

Tabla 40. Precio del producto.

PRECIO DEL PRODUCTO					
ARTÍCULO	C.P. MENSUAL (\$)	DEMANDA MENSUAL (Unidades)	C.P./DEMANDA	UTILIDAD	PRECIO (\$)
Asa	19532,90	24030	0,81	0,2	0,975

Fuente: Industrias ST – PASAL.

El costo del producto para la 2da propuesta es 0,975 cts.

5.4.2 ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA

Para la elaboración del flujo de caja se toma en cuenta la inversión a realizar por consecuencia de la obra civil que se realizará, el valor de inversión es de \$ 475,00 dólares, éste valor es incluido en el flujo de caja obteniendo los siguientes resultados. El flujo neto para el quinto año (2023) es positivo con un valor de 144933,37 dólares, esto significa que los ingresos de éste periodo fueron mayores a los egresos, esto se ve corroborado en el análisis de los indicadores financieros expuestos más adelante. El flujo de caja de la 2da propuesta se encuentra detallado en el anexo 12.

5.4.3 INGRESO POR AHORRO

Teniendo en cuenta el precio del producto con ésta propuesta se determina un ingreso por ahorro, éste rubro está incluido como un valor adicional en los ingresos dentro del flujo de caja.

Tabla 41. Ingresos por ahorro.

INGRESO POR AHORRO				
PRECIO POR PRODUCTO ACTUAL \$	PRECIO POR PRODUCTO 2da PROPUESTA \$	AHORRO \$	PRODUCCIÓN MENSUAL Unidades	AHORRO ANUAL \$
0,979	0,975	0,004	23945	1027,03

Fuente: Industrias ST – PASAL.

Tabla 42. VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y Relación B/C (Costo - Beneficio).

VAN	\$ 45915,83
TIR	20 %
B/C	1,28

Fuente: Industrias ST – PASAL.

5.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA – 3ra PROPUESTA

Se realiza el análisis económico financiero de la 3ra propuesta, para ésta alternativa se incurrirán en gastos de obras civiles para acondicionar una nueva área para la materia prima, estos gastos son tomados en cuenta para el cálculo del flujo de caja. Es importante mencionar que los costos fijos,

variables y de producción para ésta propuesta son los mismos que los actuales, por tal motivo las tablas no se repiten.

5.5.1 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN

El costo de producción mensual es el mismo para cada una de las propuestas \$ 19532,90, sin embargo, el costo del producto es diferente puesto que cada una de las alternativas brinda una demanda mensual diferente, es así que el costo del producto varía en cada propuesta, la demanda mensual que se tiene para la 3ra propuesta es de 24219 unidades.

Tabla 43. Precio del producto.

PRECIO DEL PRODUCTO					
ARTÍCULO	C.P. MENSUAL (\$)	DEMANDA MENSUAL (Unidades)	C.P./DEMANDA	UTILIDAD	PRECIO (\$)
Asa	19532,90	24219	0,81	0,2	0,968

Fuente: Industrias ST – PASAL.

El costo del producto para la 3ra propuesta es 0,968 cts.

5.5.2 ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA

Para la elaboración del flujo de caja se toma en cuenta la inversión a realizar por consecuencia de la obra civil que se realizará, el valor de inversión es de 1307,66 dólares, éste valor es incluido en el flujo de caja con lo que se tienen los siguientes resultados. El flujo neto para el quinto año (2023) es positivo con un valor de 148304,69 dólares, esto significa que los ingresos de éste periodo fueron mayores a los egresos, esto se ve corroborado en el análisis de los indicadores financieros expuestos más adelante. El flujo de caja de la 3ra propuesta se encuentra detallado en el anexo 13.

5.5.3 INGRESO POR AHORRO

Teniendo en cuenta el precio del producto con ésta propuesta se determina un ingreso por ahorro, éste rubro está incluido como un valor adicional en los ingresos dentro del flujo de caja.

Tabla 44. Ingresos por ahorro.

INGRESO POR AHORRO				
PRECIO POR PRODUCTO ACTUAL \$	PRECIO POR PRODUCTO 3ra PROPUESTA \$	AHORRO \$	PRODUCCIÓN MENSUAL Unidades	AHORRO ANUAL \$
0,979	0,968	0,01	23945	3214,27

Fuente: Industrias ST – PASAL

Tabla 45. VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y Relación B/C (Costo - Beneficio).

VAN	\$ 48245,63
TIR	20 %
B/C	1,30

Fuente: Industrias ST – PASAL

5.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA – 4ta PROPUESTA

Se realiza el análisis económico financiero de la 4ra propuesta, para ésta alternativa se incurrirán en gastos de obras civiles para acondicionar una nueva área para la materia prima y movimiento de maquinaria estos gastos son tomados en cuenta para el cálculo del flujo de caja. Es importante mencionar que los costos fijos, variables y de producción para ésta propuesta son los mismos que los actuales, por tal motivo las tablas no se repiten.

5.6.1 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN

El costo de producción mensual es el mismo para cada una de las propuestas \$ 19532,90, sin embargo, el costo del producto es diferente puesto que cada una de las alternativas brinda una demanda mensual diferente, es así que el costo del producto varía en cada propuesta, la demanda mensual que se tiene para la 4ta propuesta es de 23587 unidades.

Tabla 46. Precio del producto.

PRECIO DEL PRODUCTO					
ARTÍCULO	C.P. MENSUAL (\$)	DEMANDA MENSUAL (UNIDADES)	C.P./DEMANDA	UTILIDAD	PRECIO (\$)
Asa	19532,90	23587	0,83	0,2	0,994

Fuente: Industrias ST – PASAL.

El costo del producto para la 4ta propuesta es 0,994 cts.

5.6.2 ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA

Para la elaboración del flujo de caja se toma en cuenta la inversión a realizar por consecuencia de la obra civil y el movimiento de maquinaria que se realizará, el valor de inversión es de \$ 1677,66 dólares, éste valor es incluido en el flujo de caja con lo que se tienen los siguientes resultados. El flujo neto para el quinto año (2023) es positivo con un valor de 73418,11 dólares, esto significa que los ingresos de éste periodo fueron mayores a los egresos, sin embargo, en los análisis de los indicadores financieros ésta propuesta no representa rentabilidad. El flujo de caja de la 4ta propuesta se encuentra detallado en el anexo 14.

5.6.3 INGRESO POR AHORRO

Teniendo en cuenta el precio del producto con ésta propuesta se determina un ingreso por ahorro, éste rubro está incluido como un valor adicional en los ingresos dentro del flujo de caja.

Tabla 47. Ingresos por ahorro.

INGRESO POR AHORRO				
PRECIO POR PRODUCTO ACTUAL \$	PRECIO POR PRODUCTO 4ta PROPUESTA \$	AHORRO \$	PRODUCCIÓN MENSUAL UNIDADES	AHORRO ANUAL \$
0,979	0,994	-0,015	23945	-4237,03

Fuente: Industrias ST – PASAL.

Tabla 48. VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y Relación B/C (Costo - Beneficio).

VAN	\$ 37102,02
TIR	18 %
B/C	0,83

Fuente: Industrias ST – PASAL.

5.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis económico financiero da como resultado que la 3ra propuesta es la que tiene mejor rentabilidad comparándolo con lo actual y las alternativas 1, 2 y 4, esto argumentado en primer lugar con el costo del producto, como se puede observar en la tabla 81, el precio del producto tiene un valor actual de 0,979, mientras que el precio con la 3ra propuesta disminuye en 0.01 centavos de dólar, teniendo un precio de 0,968 centavos de dólar.

Además, en lo referente a los indicadores financieros, el VAN es mayor a lo actual y a las propuestas 1, 2 y 4, con un valor de 48245,63 dólares, por su parte el TIR de la 3ra propuesta es de 20 %, y finalmente el B/C para la misma propuesta tiene un valor de 1,30 que es mayor a 1 por tal motivo el proyecto se considera rentable. Adicionalmente se determinó el ingreso por ahorro para cada una de las propuestas, llegando a obtener un ahorro mayor para la tercera propuesta con un valor de 3214,27 dólares anuales.

En éste apartado se establece el análisis comparativo en distintos aspectos como son: producción mensual, precio del producto, ahorro anual, VAN, TIR y B/C, a fin de determinar la propuesta más viable.

Producción mensual

Se genera un aumento de unidades en la producción mensual de las propuestas 1, 2 y 3, siendo ésta última la mayor con 24219 unidades al mes, éste aumento en la producción se debe a la reducción de tiempos en el recorrido como consecuencia de la distribución en planta propuesta.

Tabla 49. Comparativa de la producción mensual.

PRODUCCIÓN EN UNIDADES (Mensual)				
Actual	1ra Propuesta	2da Propuesta	3ra Propuesta	4ta Propuesta
23945	24021	24030	24219	23587

Fuente: Autores.

Variación en el precio del producto y ahorro anual

Se logra disminuir el precio del producto en comparación al precio actual, obteniendo un valor de 0,968 centavos de dólar de la 3ra propuesta y a su vez se ve reflejado en un ahorro anual de 3214,27 dólares, tabla 82.

Tabla 50. Comparativa de la producción mensual.

PRECIO DEL PRODUCTO				
Actual	1ra Propuesta	2da Propuesta	3ra Propuesta	4ta Propuesta
\$ 0,979	\$ 0,976	\$ 0,975	\$ 0,968	\$ 0,994

Fuente: Autores.

Tabla 51. Comparativa del ahorro anual.

AHORRO ANUAL			
1ra Propuesta	2da Propuesta	3ra Propuesta	4ta Propuesta
862,02	1149,36	3214,27	-4237,03

Fuente: Autores.

5.7.1 VAN

En referencia al valor actual neto se puede decir que todas las propuestas generan beneficios, pero el VAN más significativo es el que se genera con la 3ra propuesta con un valor de \$ 48245,63 en rentabilidad, teniendo en cuenta que el precio del producto es menor con ésta propuesta y además que la producción mensual es mayor, la propuesta 1 y 2 tienen también una rentabilidad aceptable, por otra parte, la propuesta 4 es descartada brindando un valor actual neto negativo \$ -23092,78.

Tabla 52. Comparativa del VAN (Valor Actual Neto).

VAN (Valor Actual Neto)				
Actual	1ra Propuesta	2da Propuesta	3ra Propuesta	4ta Propuesta
\$ 44881,51	\$ 44931,34	\$ 45915,83	\$ 48245,63	\$ -23092,78

Fuente: Autores.

5.7.2 TIR

El TIR que se genera es de 20%, que es igual para las propuestas 1, 2 y 3, esto como consecuencia de que los valores de ingresos y egresos son similares entre las propuestas, además, existe muy poca variación en los valores obtenidos del VAN puesto que el ahorro que se genera no es elevado, obteniendo una rentabilidad mayor para las propuestas 1, 2 y 3, en referencia a la 4ta propuesta que genera un TIR del 8%.

Tabla 53. Comparativa del TIR (Tasa Interna de Retorno).

TIR (Tasa Interna de Retorno)				
Actual	1ra Propuesta	2da Propuesta	3ra Propuesta	4ta Propuesta
20%	20%	20%	20%	8%

Fuente: Autores.

5.7.3 Relación B/C

Se observa claramente que la 4ta propuesta que no es rentable, obteniendo un valor de 0,87 de la relación entre beneficios y costos, éste valor es menor a uno por tanto ésta propuesta no es rentable. Sin embargo, existe una rentabilidad para las demás propuestas.

Tabla 54. Comparativa del B/C (Beneficio - Costo).

RELACION B/C (Beneficio - Costo)				
ACTUAL	1ra Propuesta	2da Propuesta	3ra Propuesta	4ta Propuesta
1,27	1,28	1,28	1,30	0,87

Fuente: Autores.

6. CONCLUSIONES

- Mediante el diagnóstico del proceso de producción de asas dentro de la empresa, se pudo conocer a profundidad el proceso de fabricación que ayudó a tener una visión clara de las etapas que tiene el proceso y así poder realizar el análisis de tiempos teniendo en cuenta la secuencia del proceso. Además, este diagnóstico aportó significativamente para reconocer los

factores que están generando retrasos e inconvenientes dentro del proceso. Es así que se pudo determinar que uno de estos inconvenientes es la distribución en planta que se está empleando actualmente.

- La estandarización establece el tiempo necesario y que se requiere para realizar cada una de las etapas del proceso de producción de asas, es importante mencionar que inicialmente el proceso de producción no contaba con una estandarización ni una referencia de tiempos de producción de asas, ocasionando una inestabilidad y deficiencia en la producción. Con la estandarización se puede controlar de una mejor manera la producción y el rendimiento de los trabajadores, además, los tiempos obtenidos permiten esclarecer el rendimiento del proceso que es de 117 Unidades/hora, adicionalmente se ha logrado identificar el cuello de botella que es la etapa de inyección, éstos datos y la información generada con la estandarización, permitirán a la empresa determinar puntos de mejora para la toma de decisiones y ejecutar acciones específicas dentro del proceso de producción que aumenten la productividad y la eficiencia, considerando que la estandarización de un proceso de producción permite tomar decisiones referentes y permite llevar un registro documentado del proceso de producción y un control del mismo.
- Se logró establecer una propuesta para distribución en planta de acuerdo con los requerimientos del proceso de producción de asas en la empresa Industrias ST-PASAL. Para llegar a una propuesta idónea se analizaron diversos casos en los que incluían reubicación de maquinaria y obra civil. Estas propuestas se analizaron basándose en ahorros de tiempos y fluidez al transportar el material. Como resultado se obtuvo que con la tercera propuesta se genera un menor tiempo en el recorrido el cual es de 281,4 minutos al mes, además de adquirir mayor fluidez en recorridos dentro de la planta.
- El análisis económico para las cuatro propuestas de distribución en planta realizadas, determina que la alternativa número tres genera mayor rentabilidad. La alternativa tres tiene una producción mensual mayor de 24219 unidades vs la producción actual que es de 23945 unidades. En referencia al precio del producto, se logra disminuir de 0,979 centavos de dólar (valor actual) a 0,968 centavos de dólar valor con la propuesta tres, generando una disminución del precio del producto en 0,01 centavos de dólar y a su vez obteniendo un ahorro anual de 3214,27 dólares. Referente a los indicadores financieros VAN, TIR y B/C las propuestas uno,

dos y tres son rentables, no siendo así para la cuarta propuesta; sin embargo, la tercera propuesta tiene una rentabilidad mayor con valores de; VAN = 48245,63 que representa un valor mayor de los beneficios netos en comparación con las demás propuestas y lo actual. El TIR = 20% representa una tasa interna de retorno aceptable tomando en cuenta el valor del VAN, finalmente la relación beneficio - costo B/C=1,30, que dentro del análisis de éste indicador representa rentabilidad, puesto que el valor es mayor a uno, es decir, se gana más de lo que se invierte. En función de éstos resultados se recomienda la 3ra propuesta por las razones y argumentos ya mencionados.

7. RECOMENDACIONES

Al culminar el presente trabajo se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Realizar el registro de tiempos a distintas horas de día.
- La secuencia del proceso de producción es susceptible a cambios, es decir se pueden adicionar etapas al proceso ya establecido.

8. TRABAJOS FUTUROS

El presente trabajo orienta a realizar los siguientes trabajos futuros:

- Implementar la distribución en planta de la tercera propuesta y monitorear su desarrollo.
- Realizar un estudio de tiempos y movimiento, partiendo de la estandarización ya realizada.
- Elaborar un plan de mantenimiento.
- Realizar la estandarización del proceso de producción.

9. REFERENCIAS

- [1] F. M. Pando Bacuilima y C. M. Zapatán Palacios, «Análisis del Proceso de Fundición de Aluminio y Propuestas de Mejoras en la Eficiencia de Producción de Bases Dentadas en la Empresa PRESS FORJA S.A.», n.º B.S. thesis, jun. 2012.
- [2] R. C. Carlos y R. M. del Pilar, *Fundamentos de Administración*, 4.ª ed. Colombia: Ecoe Ediciones, 2016.
- [3] J. E. Cárdenas Caldas y H. R. Toledo Zeas, «Estudio de Mejoras en el Proceso Productivo y la Aplicación de Servicios en la Empresa FULAUSTRA», n.º B.S. thesis, jun. 2012.
- [4] Á. A. García, *Conceptos de Organización Industrial*. España: Marcombo, 1997.
- [5] Á. I. Muñoz Bonilla, «Luminarias y Componentes Eléctricos: Mejoramiento de Capacidad de Producción, en Base a Estudios de Tiempos, Redistribución de Planta y Estandarización», n.º B.S. thesis, ago. 2015.
- [6] F. E. Meyers, *Estudios de Tiempos y Movimientos: para la Manufactura Ágil*. Pearson Educación, 2000.
- [7] C. García Ramos, «Simulación del Proceso de Inyección a Alta Presión Mediante los Programas de Elementos Finitos ProCAST y Vulcan», jul. 2008.
- [8] B. H. Segundo y C. C. Manuel, *Procesado y Puesta en Servicio de Materiales*. Editorial UNED, 2013.
- [9] M. M. Vallina, *Tecnología Industrial I*. España: Ediciones Paraninfo, S.A., 2016.
- [10] O. Observatorio Tecnológico del Metal, «Fundición a Presión de Aluminio: Nuevos Procesos y Aleaciones Especiales», España-2007. [En línea]. Disponible en: <http://observatorio.aimme.es/informes/ficha.asp?id=1965>. [Accedido: 30-ago-2018].
- [11] D. de la F. García y I. F. Quesada, *Distribución en Planta*. España: Universidad de Oviedo, 2005.
- [12] J. A. P. García y M. I. C. Valencia, *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones...: Un enfoque por competencias*. Grupo Editorial Patria, 2014.
- [13] L. C. Palacios Acero, *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*, 2a ed. Bogotá: ECOE, 2016.
- [14] L. C. Arbós, *La producción. Procesos. Relación entre productos y procesos: Organización de la producción y dirección de operaciones*. Ediciones Díaz de Santos, 2012.
- [15] F. D. de la Peña Esteban y a D. de M. Universidad, *Fundamentos de dirección de producción y operaciones*. Madrid: Centro de Estudios Financieros, 2016.
- [16] J. A. D. Machuca, *Dirección de operaciones: aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. McGraw-Hill, 1995.
- [17] A. S. Torrents, F. G. Vilda, y I. A. Postils, *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Ediciones Díaz de Santos, 2004.
- [18] O. Delgado y J. Pablo, «Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmeccánica en Ate-Lima, Perú», p. 113.
- [19] B. W. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*, 12ª ed. México, D.F: Alfabomega, 2009.

- [20] H. Z. Salazar, *Planeación Estratégica Aplicada a Cooperativas y Demás Formas Asociativas y Solidarias*, 1.ª ed. Colombia: U. Cooperativa de Colombia, 2005.
- [21] D. J. Gutiérrez Muñoz, «Estandarización de los Procesos de Producción de los Productos Elaborados para los Puntos de Venta de Yogen Fruz», *Univ. Salle*, n.º B.S. thesis, 2007.
- [22] M. C. Lázaro Rico, A. Maldonado, M. T. Escobedo Portillo, y J. De la Riva, «Técnicas Utilizadas para el Estudio de Tiempos: un Análisis Comparativo», *Inst. Tecnológico Cd Juárez*, 2005.
- [23] F. E. Meyers y P. S. Matthew, *Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales*, 3a ed. Pearson Educación, 2006.
- [24] C. M. Arrunátegui Aguirre y M. E. Tarrillo Cruz, «Propuesta de diseño de Herramientas de la Manufactura Esbelta en la Productividad del Área de Producción en la Empresa Bertony Trailers E.I.R.L. - Lambayeque», *Univ. Priv. Norte*, n.º B.S. thesis, 2018.
- [25] *Estudio Del Trabajo*. ITM, 2007.
- [26] D. de la F. García, *Organización de la producción en ingenierías*. Universidad de Oviedo, 2006.
- [27] J. Díez y J. L. Abreu, «Impacto de la Capacitación Interna en la Productividad y Estandarización de Procesos Productivos: Un Estudio de Caso», *Impact Intern. Train. Product. Stand. Product. Process. Case Study*, vol. 4, n.º 2, pp. 97-144, sep. 2009.
- [28] H. García, A. Corredor, L. Calderón, y M. Gómez, «Análisis Costo Beneficio de Energías Renovables no Convencionales en Colombia», Colombia 2013.
- [29] V. Zárate, «Evaluaciones Económicas en Salud: Conceptos Básicos y Clasificación», *Rev. Médica Chile*, vol. 138, pp. 93-97, Chile 2010.
- [30] A. M. Gálvez González, «Guía Metodológica para la Evaluación Económica en Salud: Cuba, 2003», *Rev. Cuba. Salud Pública*, vol. 30, n.º 1, pp. 0-0, Cuba 2004.
- [31] C. L. Espinoza Gutiérrez, F. Jimenez Boulanger, y L. Retana, *Ingeniería Económica*, Primer Edición. Costa Rica: Editorial Tecnológica de CR, 2007.
- [32] F. M. Pando Bacuilima y C. I. Zapatán Palacios, «Análisis del proceso de fundición de aluminio y propuestas de mejoras en la eficiencia de Producción de Bases Dentadas en la Empresa PRESS FORJA S.A.», *BS Thesis Univ. Politécnica Sales.*, 2012.

10. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta

La presente encuesta tiene como objetivo analizar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la empresa “Industrias ST-PASAL”. Por favor contestar las siguientes preguntas según los puntajes establecidos a continuación:

Tabla 55. Encuesta FODA

Malo – Nada –No	Deficiente – Casi nada	Muy poco – Regular	Poco – Escaso	Buena – Parcialmente	Excelente – Totalmente – Si
0	1	2	3	4	5

Expresé su criterio marcando con una **X** sobre el casillero respectivo

FORTALEZAS	0	1	2	3	4	5
▪ Relaciones con clientes y proveedores.						
▪ Cumplimiento de la producción.						
▪ Infraestructura, según los requerimientos de la producción.						
▪ Variedad de productos elaborados por inyección de aluminio						
▪ Flexibilidad para adaptarse a cambios generados por la exigencia del mercado.						
▪ Alianza estratégica con proveedores.						
▪ Disponibilidad para realizar cambios que generen mejor rendimiento en la producción.						

DEBILIDADES	0	1	2	3	4	5
▪ Control de tiempos de producción.						
▪ El control de calidad del producto.						
▪ Plan de mantenimiento de máquinas y equipos.						
▪ Desorden dentro de las áreas de trabajo.						
▪ Indicadores y estándares de producción.						
▪ La planificación establecida referente a la producción.						

OPORTUNIDADES	0	1	2	3	4	5
▪ Crecimiento del mercado por la aceptación de los productos elaborados.						
▪ Incursión en nuevas líneas de producción que permitan llegar a otros mercados.						

AMENAZAS	0	1	2	3	4	5
▪ Entrada de competidores que elaboren productos similares y con mejor calidad.						
▪ Competencia con industrias que poseen mejor tecnología.						
▪ Exigencia del mercado implica mejora y estandarización del proceso productivo.						
▪ Inestabilidad del sistema financiero nacional.						

Fuente: Autores.

Anexo 2. FICHAS TÉCNICAS.

FICHA TÉCNICA BLOWER 3”		ST - PASAL	
Máquina- Equipo:	Marca	Modelo	
Blower	BP	FBP3	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico		BW – AP1 - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
RPM:	3600		
Amperaje:	3.7 A		
Phase:	1		
Salida	3”		
Voltaje	110 V		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Área de Pintura			

FICHA TÉCNICA		ST - PASAL	
SOLDADORA			
Máquina-Equipo:	Marca	Modelo	
Soldadora Arco eléctrico	Lincoln Electric	AC – 225 GLM	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico		S – ATC - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
Altura:	470 mm		
Ancho:	350 mm		
Largo:	280 mm		
Peso:	42 Kg		
Amperaje:	55 – 60 A		
Voltaje/Tensión/	115 / 230 / 1 / 60		
Fases/Frecuencia	110 / 220 / 1 / 50		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Área de trabajo común			

FICHA TÉCNICA		ST - PASAL	
MOTOR TAMBOR PARA PULIR			
Máquina-Equipo:	Marca	Modelo	
Motor	Eurodrive	Sew - Eurodrive	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico	W1190979	MTP – AT - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
RPM:	36		
Amperaje:	3.48 A – 2.01 A		
Frecuencia:	50 Hz		
Potencia de Trb.	75 Kw		
Voltaje	240 - 415		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Área de trabajo común			

FICHA TÉCNICA		ST - PASAL	
TALADRO			
Máquina-Equipo:	Marca	Modelo	
Taladro de percusión	BOSCH	GSB 13 RE	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico		TM – AH - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
Altura:	180 mm		
Peso:	1.8 Kg		
Largo:	266 mm		
RPM:	2800		
Rosca de conexión del husillo de taladrar:	1/2" – 20 UNF		
Potencia de Trb.	550 Kw		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Área de herramientas			

FICHA TÉCNICA		ST - PASAL	
LIJADORA DE CINTA			
Máquina-Equipo:	Marca	Modelo	
Lijadora de correa/cinta 1 Pulg. X 30 Pulg.	Central Machinery	60543	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico		LC – ATC - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
Altura:	13 – 1 / 2 Pulg.		
Ancho del cinturón:	1 en.		
Largo:	11 – 1 / 8 Pulg.		
RPM:	3450 rpm		
Amperaje:	2 A		
Frecuencia:	60 Hz		
Potencia de Trb.:	1/3 HP		
Voltaje:	120 V		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Área de trabajo común			

FICHA TÉCNICA		ST - PASAL	
HIDROLAVADORA VERTICAL			
Máquina-Equipo:	Marca	Modelo	
Hidrolavadora Vertical	TOOLGRAFT	7C3574	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico		LC – ATC - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
Potencia.	1350 W		
Presión max:	95 Bar		
Frecuencia:	60 Hz		
Capacidad.	6 lit/min		
Voltaje	127 V		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Área de trabajo común			

FICHA TÉCNICA		ST - PASAL	
TORNO			
Máquina-Equipo:	Marca	Modelo	
Torno	COLCHESTER	COLCHESTER TRIUMPH 2000	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico		TO – ATO - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
Potencia Main Motor.	7.5 HP		
Potencia Pump Motor.	0.5 HP		
Amperaje.	6.6 – 12 A		
Phase.	5		
Voltaje	400/440 V		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Área de torneado			

FICHA TÉCNICA		ST - PASAL	
TALADRO DE COLUMNA			
Máquina-Equipo:	Marca	Modelo	
Taladro de columna	Delfos	3249	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico	1000 – 2	TC – AT - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
Amperaje motor:	2 – 0.7 A		
Frecuencia:	50 Hz		
Potencia:	1/3 HP		
RPM.	1420		
Amperaje.	16 A		
Voltaje	220 V		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Área de taladrado			

FICHA TÉCNICA		ST - PASAL	
ESMERIL			
Máquina-Equipo:	Marca	Modelo	
Esmeril	SILK BENCHGRINDER	S – 180	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico		E – AT - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
Diámetro:	8"		
Disco:	8"		
Potencia:	3/4 HP		
Frecuencia:	60 Hz		
RPM :	3450		
Voltaje :	110 / 130 V		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Área de taladrado			

FICHA TÉCNICA		ST - PASAL	
CORTADORA DE METALES			
Máquina-Equipo:	Marca	Modelo	
Cortadora de metales de 14"	DEWALT	D28710B3	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico	133142	C – AT - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
Husillo:	1		
Peso:	16 Kg		
Amperaje:	15 A		
Potencia:	4 HP – 2200 W		
Frecuencia:	50 – 60 Hz		
RPM :	3800		
Voltaje :	110 / 130 V		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Área de taladrado			

FICHA TÉCNICA		ST - PASAL	
EQUIPO ELECTROSTATICO PARA APLICACIÓN DE PINTURA EN POLVO			
Máquina-Equipo:	Marca	Modelo	
Equipo electrostático de pintura	Industria Metalquímica CIA. LTDA GALVANO	GE – 9001	
Tipo	Número de serie	Código	
Eléctrico - neumático		EEP – AP2 - STP - 01	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES			
Altura:	1135 mm		
Ancho:	690 mm		
Largo:	800 mm		
Frecuencia:	50 – 60 Hz		
Max. Entrada de presión de aire:	10 Bar / 145 PSI		
Optima Entrada de Presión de aire:	6 bar / 87 PSI		
Potencia de Trb.	50 W		
Voltaje	100 – 240 V		
Sección:	Fabricante:	Fecha de fabricación:	Fecha de recepción:
Pintura			

Anexo 3. Registro de la determinación del tamaño de la muestra de cada una de las etapas del proceso de producción de asas

Tabla 56. Determinación del tamaño de la muestra (Fundición).

ETAPA 1 FUNDICIÓN			<i>n</i>
<i>n</i>'	<i>X</i>	<i>X</i>²	4
1	58,09	3374,44	
2	65,5	4290,25	
3	61,2	3745,44	
4	59,12	3495,17	
5	64,56	4167,99	
Sumatorias	308,47	19073,30	

Fuente: Autores.

Tabla 57. Determinación del tamaño de la muestra (inyección).

ETAPA 2 – INYECCIÓN			<i>n</i>
<i>n</i>'	<i>X</i>	<i>X</i>²	1
1	29,5	870,25	
2	27,85	775,62	
3	30,15	909,02	
4	28,25	798,06	
5	28,37	804,85	
6	27,1	734,41	
7	28,37	804,85	
8	27,81	773,39	
9	28,96	838,68	
10	27,72	768,39	
Sumatorias	284,08	8077,55	

Fuente: Autores.

Tabla 58. Determinación del tamaño de la muestra (cortado).

ETAPA 3 – CORTADO			<i>n</i>
<i>n</i>'	<i>X</i>	<i>X</i>²	7
1	12,54	157,25	
2	13,52	182,79	
3	12,85	165,12	
4	14,23	202,49	
5	13,21	174,50	
6	12,54	157,25	
7	11,53	132,94	
8	12,53	157,00	
9	14,56	211,99	
10	12,56	157,75	
Sumatorias	130,07	1699,10	

Fuente: Autores.

Tabla 59. Determinación del tamaño de la muestra (lijado).

ETAPA 4 – LIJADO			<i>n</i>
<i>n</i>'	<i>X</i>	<i>X</i>²	4
1	14,78	218,44	
2	14,42	207,93	
3	14,34	205,63	
4	16,18	261,79	
5	15,37	236,23	
6	16,10	259,21	
7	16,85	283,92	
8	15,74	247,74	
9	16,25	264,06	
10	16,24	263,73	
Sumatorias	156,27	2448,72	

Fuente: Autores.

Tabla 60. Determinación del tamaño de la muestra (troquelado).

ETAPA 5 - TROQUELADO			<i>n</i>
<i>n'</i>	<i>X</i>	<i>X</i>²	6
1	7,04	49,56	
2	6,97	48,58	
3	6,51	42,38	
4	7,2	51,84	
5	6,99	48,86	
6	6,11	37,33	
7	6,26	39,18	
8	6,48	41,99	
9	7,35	54,02	
10	7,21	51,98	
Sumatorias	68,12	465,73	

Fuente: Autores.

Tabla 61. Determinación del tamaño de la muestra (pulido).

ETAPA 6 PULIDO			<i>n</i>
<i>n'</i>	<i>X</i>	<i>X</i>²	6
1	6,33	40,06	
2	6,59	43,42	
3	7,33	53,72	
4	6,2	38,44	
5	6,35	40,32	
Sumatorias	32,8	215,98	

Fuente: Autores.

Tabla 62. Determinación del tamaño de la muestra (lavado).

ETAPA 7 LAVADO			n
n'	X	X²	6
1	6,33	40,06	
2	6,59	43,42	
3	7,33	53,72	
4	6,2	38,44	
5	6,35	40,32	
Sumatorias	32,8	215,98	

Fuente: Autores.

Tabla 63. Determinación del tamaño de la muestra (pintado).

ETAPA 8 PINTADO			n
n'	X	X²	6
1	13,03	169,78	
2	13,96	194,88	
3	13,50	182,25	
4	12,97	168,22	
5	12,95	167,70	
6	13,10	171,61	
7	11,30	127,69	
8	11,73	137,59	
9	12,50	156,25	
10	13,20	174,24	
Sumatorias	128,24	1650,21	

Fuente: Autores.

Tabla 64. Determinación del tamaño de la muestra (secado).

ETAPA 9 SECADO			n
n'	X	X²	3
1	13,36	178,48	
2	14,26	203,34	
3	12,45	155,00	
4	13,56	183,87	
5	13,10	171,61	
Sumatorias	66,73	892,32	

Fuente: Autores.

Tabla 65. Determinación del tamaño de la muestra (empacado).

ETAPA 10 EMPACADO			<i>n</i>
<i>n</i>'	<i>X</i>	<i>X</i>²	3
1	8,54	72,93	
2	9,23	85,19	
3	8,98	80,64	
4	8,50	72,25	
5	9,55	91,20	
Sumatorias	44,8	402,21	

Fuente: Autores.

REGISTRO DE LAS MUESTRAS COMPLETAS

Tabla 66. Muestra completa (Fundición)

ETAPA 1 FUNDICIÓN		
<i>n</i>'	<i>X</i>	<i>X</i>²
1	58,09	3374,44
2	65,5	4290,25
3	61,2	3745,44
4	59,12	3495,17
5	64,56	4167,99
6	62,35	3887,52
7	57,45	3300,50
8	64,10	4108,81
9	63,14	3986,65
Sumatorias	555,51	34356,80

Fuente: Autores.

Tabla 67. Muestra completa (Inyección)

ETAPA 2 - INYECCIÓN		
n'	X	X^2
1	29,5	870,25
2	27,85	775,62
3	30,15	909,02
4	28,25	798,06
5	28,37	804,85
6	27,1	734,41
7	28,37	804,85
8	27,81	773,39
9	28,96	838,68
10	27,72	768,39
11	28,42	807,69
Sumatorias	312,5	8885,25

Fuente: Autores.

Tabla 68. Muestra completa (Cortado).

ETAPA 3 -CORTADO		
n'	X	X^2
1	12,54	157,25
2	13,52	182,79
3	12,85	165,12
4	14,23	202,49
5	13,21	174,50
6	12,54	157,25
7	11,53	132,94
8	12,53	157,00
9	14,56	211,99
10	13,56	183,87
11	13,33	177,68
12	12,25	150,06
13	13,02	169,52
14	12,56	157,75
15	13,58	184,41
16	12,96	167,96
17	13,49	181,98
Sumatorias	222,26	2914,60

Fuente: Autores.

Tabla 69. Muestra completa (Lijado).

ETAPA 4 - LIJADO		
n'	X	X^2
1	14,78	218,44
2	14,42	207,93
3	14,34	205,63
4	16,18	261,79
5	15,37	236,23
6	16,10	259,21
7	16,85	283,92
8	15,74	247,74
9	16,25	264,06
10	16,24	263,73
11	15,75	248,06
12	15,12	228,61
13	16,02	256,64
14	16,25	264,06
Sumatorias	219,41	3446,10

Fuente: Autores.

Tabla 70. Muestra completa (Troquelado).

ETAPA 5 - TROQUELADO		
n'	X	X^2
1	7,04	49,56
2	6,97	48,58
3	6,51	42,38
4	7,2	51,84
5	6,99	48,86
6	6,11	37,33
7	6,26	39,18
8	6,48	41,99
9	7,35	54,02
10	7,21	51,98
11	6,98	48,72
12	6,87	47,19
13	7,15	51,12
14	7,13	50,83
15	7,35	54,02
16	7,02	49,28
Sumatorias	110,62	766,91

Fuente: Autores.

Tabla 71. Muestra completa (Pulido).

ETAPA 6 PULIDO		
n'	X	X^2
1	6,33	40,06
2	6,59	43,42
3	7,33	53,72
4	6,2	38,44
5	6,35	40,32
6	7,12	50,69
7	7,08	50,12
8	6,85	46,92
9	6,74	45,42
10	7,2	51,84
11	6,68	44,62
12	6,85	46,92
13	6,76	45,69
14	7,02	49,28
15	6,98	48,72
Sumatorias	102,08	696,24

Fuente: Autores.

Tabla 72. Muestra completa (Lavado).

ETAPA 7 LAVADO		
<i>n</i>'	<i>X</i>	<i>X</i>²
1	6,33	40,06
2	6,59	43,42
3	7,33	53,72
4	6,2	38,44
5	6,35	40,32
6	7,12	50,69
7	7,08	50,12
8	6,85	46,92
9	6,74	45,42
10	7,2	51,84
11	6,89	47,47
12	6,52	42,51
13	7,15	51,12
14	7,01	49,14
15	6,52	42,51
Sumatorias	101,88	693,75

Fuente: Autores.

Tabla 73. Muestra completa (Pintado).

ETAPA 8 PINTADO		
n'	X	X^2
1	13,03	169,78
2	13,96	194,88
3	13,50	182,25
4	12,97	168,22
5	12,95	167,70
6	13,10	171,61
7	11,30	127,69
8	11,73	137,59
9	12,50	156,25
10	13,20	174,24
11	12,89	166,15
12	13,45	180,90
13	13,18	173,71
14	13,66	186,59
15	13,25	175,56
16	13,02	169,52
Sumatorias	207,69	2702,66

Fuente: Autores.

Tabla 74. Muestra completa (Secado).

ETAPA 9 SECADO		
n'	X	X^2
1	13,36	178,48
2	14,26	203,34
3	12,45	155,00
4	13,56	183,87
5	13,10	171,61
6	14,12	199,37
7	13,80	190,44
8	14,20	201,64
Sumatorias	108,85	1483,77

Fuente: Autores.

Tabla 75. Muestra completa (Empacado).

ETAPA 10 EMPACADO		
n'	X	X^2
1	8,54	72,93
2	9,23	85,19
3	8,98	80,64
4	8,50	72,25
5	9,55	91,20
6	9,64	92,92
7	8,62	74,30
8	9,44	89,11
9	8,31	69,05
10	8,77	76,91
11	8,55	73,10
12	8,98	80,64
13	9,02	81,36
14	9,15	83,72
Sumatorias	125,28	1123,35

Fuente: Autores.

Anexo 4. Suplementos para estandarización de tiempos.

Tabla 76. Valores de suplementos recomendados por la OIT.

SUPLEMENTOS RECOMENDADOS POR OIT	
A. Suplementos Constantes:	
1. Suplemento personal	5
2. Suplemento por fatiga básica	4
B. Suplementos Variables:	
1. Suplemento por estar de pie	2
2. Suplemento por posición anormal	
a. Un poco incómoda	0
b. Incómoda (agachado)	2
c. Muy incómoda (tendido, estirado)	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (Levantar, jalar o empujar):	
Peso levantado en libras:	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a. Un poco debajo de la recomendada	0
b. Bastante menor que la recomendada	2
c. Muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) - variable	0 - 100
6. Atención requerida:	
a. Trabajo bastante fino	0
b. Trabajo fino o preciso	2
c. Trabajo muy fino y muy preciso	5
7. Nivel de ruido:	
a. Continuo	0
b. Intermitente - fuerte	2
c. Intermitente - muy fuerte	5
d. De tono alto - fuerte	5
8. Estrés mental:	
a. Proceso bastante complejo	1
b. Atención compleja o amplia	4
c. Muy compleja	8
9. Monotonía:	
a. Nivel bajo	0
b. Nivel medio	1
c. Nivel alto	4
10. Tedio:	
a. Algo tedioso	0
b. Tedioso	2
c. Muy tedioso	5

Fuente: Autores.

Anexo 5. Estandarización de tiempos de producción de asas en la empresa industrias ST – PASAL

Tabla 77. Registro de tiempos.

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	NOMBRE DEL OBRERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Fundición: Encendido del sistema de calentamiento del horno, carga del material en el horno y escoriado.	Obrero 1	58,09	65,5	61,2	59,12	64,56	62,35	57,45	64,10	63,14	
1	Inyección: Lubricar el molde, accionar el cierre del mismo, con un cucharón tomar la colada del horno, depositar la colada en la cámara de inyección, accionar el pistón de la inyectora, extraer la pieza y colocarla en el recipiente de almacenaje.	Obrero 1 y 2	29,5	27,85	30,15	28,25	28,37	27,1	28,37	27,81	28,96	27,72
			28,42									

2	Cortado: Tomar una pieza del recipiente de almacenaje, sujetar manualmente ésta para realizar el corte y depositar la pieza en el recipiente de almacenaje.	Obrero 3	12,54	13,52	12,85	14,23	13,21	12,54	11,53	12,53	14,56	13,56
			13,33	12,25	13,02	12,56	13,58	12,96	13,49			
3	Lijado: Tomar una pieza del recipiente, realizar el lijado de la misma y colocarla en el recipiente de almacenaje.	Obrero 4	14,78	14,42	14,34	16,18	15,37	16,10	16,85	15,74	16,25	16,24
			15,75	15,12	16,02	16,25						
4	Troquelado: Tomar una pieza del recipiente, colocarla en el utillaje de la máquina, accionar la máquina para realizar los agujeros de sujeción y depositar la pieza en el recipiente de almacenaje.	Obrero 4	7,04	6,97	6,51	7,2	6,99	6,11	6,26	6,48	7,35	7,21
			6,98	6,87	7,15	7,13	7,35	7,02				

5	Pulido: Colocar en el tambor para pulir un promedio de 55 piezas, encender la máquina, esperar un tiempo para que se realice el pulido, apagar la máquina para retirar las piezas y depositarlas en la carretilla.	Obrero 5	6,33	6,59	7,33	6,2	6,35	7,12	7,08	6,85	6,74	7,2
			6,68	6,85	6,76	7,02	6,98					
6	Lavado: Transportar un promedio de 55 piezas del área de pulido hacia la de lavado, con agua a presión se realiza el lavado y llevar las asas hacia el área de pintado.	Obrero 6	6,33	6,59	7,33	6,2	6,35	7,12	7,08	6,85	6,74	7,2
			6,89	6,52	7,15	7,01	6,52					
7	Pintado: Se sujetan 2 piezas a la vez, por inmersión en un recipiente con pintura son sumergidas y luego son colocadas en la malla de secado.	Obrero 5 y 6	13,03	13,96	13,50	12,97	12,95	13,10	11,30	11,73	12,50	13,20
			12,89	13,45	13,18	13,66	13,25	13,02				

8	Secado: Las piezas son retiradas de la malla y transportadas al área de curado, son colocadas en un malla para ser introducidas al horno, permanecen en su interior hasta que se alcance una temperatura de 150 °C y posteriormente son retiradas y depositadas sobre una mesa.	Obrero 6	13,36	14,26	12,45	13,56	13,10	14,12	13,80	14,20		
9	Empacado: Se toma una pieza a la vez, se introduce en una funda y se empaca 110 asas por caja. (Incluye armado de la caja, cerrado y sellado)	5 y 6	8,54	9,23	8,98	8,50	9,55	9,64	8,62	9,44	8,31	8,77
			8,55	8,98	9,02	9,15						

Fuente: Autores.

Tabla 78. Estandarización de tiempos.

ETAPA	To (s)	VA	TB (s)	S	F	TE (s)	SF	U/hora
FUNDICIÓN	3703,40	0,9	3333,06	0,16	220	3866,35	17,57	205
INYECCIÓN	28,41	0,90	25,57	0,2	1	30,68	30,68	117
CORTADO	13,07	0,85	11,11	0,26	1	14,00	14,00	257
LIJADO	15,67	0,80	12,54	0,21	1	15,17	15,17	237
TROUELADO	6,914	0,80	5,53	0,21	1	6,69	6,69	538
PULIDO	408,32	0,75	306,24	0,17	55	358,30	6,51	553
LAVADO	407,52	0,80	326,02	0,16	55	378,18	6,88	524
PINTADO	12,98	0,75	9,74	0,2	2	11,68	5,84	616
SECADO	816,38	0,80	653,10	0,14	660	744,53	1,13	3191
EMPACADO	536,91	0,90	483,22	0,2	110	579,87	5,27	683
ESPECIFICACIONES: To = Tiempo observado; VA = Valor atribuido o factor de ritmo del trabajador; TB = Tiempo básico; S = Suplementos; F = Frecuencia; TE = Tiempo estándar								

Fuente: Autores.

Anexo 6. Cursograma primera propuesta

Tabla 79. Cursograma (primera propuesta)

Cursograma Analítico								
Proceso: Manufactura de Asas								
Elaborado Wilmer Cáceres Carlos Sarmiento		Revisado Ing. Adriana Guamán Tutora de Proyecto		Aprobado Sr. Luis Cuenca Sr. Paúl Reinoso				
Actividad	Símbolo	Actual	Mejorado	Resumen				
Operación		10	10	Distancia recorrida 110.56 m				
Transporte		8	8					
Espera		3	3					
Inspección		2	2					
Almacenamiento		2	2					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo			Observaciones		
Almacenamiento de materia prima	-	-						
De almacenamiento de materia prima a Hornos de crisol	20,75	18,84						
Fundición de aluminio	-	3866,35						
Inyección	-	30,56						
De inyectoras a almacenamiento temporal	17,71	16,08						
Almacenamiento temporal	-	1200						
Cortado	-	14,04						
De cortadora a Lijadora	7,52	6,83						
Lijado	-	15,23						
Troquelado	-	6,68						

Pulido	-	358,30						
De pulidora a lavado	16,26	14,77						
Lavado	-	378,18						
De lavado a almacenamiento temporal	12,54	11,39						
Almacenamiento temporal	-	600						
De almacenamiento temporal a pintura	10,46	9,5						
Pintado de piezas	-	11,68						
Secado de pieza al ambiente	-	2700						
De secado al ambiente a horno	20,52	18,64						
Secado en horno	-	744,53						
Empacado	-	579,87						
De empacado a almacenamiento PT	4,8	5,36						
Almacenamiento PT	-	-						

Fuente: Autores

Anexo 7. Cursograma distribución segunda propuesta

Tabla 80. Cursograma (segunda propuesta)

Cursograma Analítico								
Proceso: Manufactura de Asas								
Elaborado Wilmer Cáceres Carlos Sarmiento		Revisado Ing. Adriana Guamán Tutora de Proyecto		Aprobado Sr. Luis Cuenca Sr. Paúl Reinoso				
Actividad	Símbolo	Actual	Mejorado	Resumen				
Operación		10	10	Distancia recorrida 107.65 m				
Transporte		8	8					
Espera		3	3					
Inspección		2	2					
Almacenamiento		2	2					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo				Observaciones	
Almacenamiento de materia prima	-	-						
De almacenamiento de materia prima a Hornos de crisol	20,75	18,84						
Fundición de aluminio	-	3866,35						
Inyección	-	30,56						
De inyectoras a almacenamiento temporal	17,71	16,08						
Almacenamiento temporal	-	1200						
Cortado	-	14,04						
De cortadora a Lijadora	5,16	4,08						
Lijado	-	15,23						
Troquelado	-	6,68						

Pulido	-	358,30	●	→	D	□	▽	
De pulido a Lavado	16,26	14,77	○	→	D	□	▽	
Lavado	-	378,18	●	→	D	□	▽	
De lavado a almacenamiento temporal	12,54	11,39	○	→	D	□	▽	
Almacenamiento temporal	-	600	○	→	●	□	▽	
De almacenamiento temporal a pintura	10,46	9,5	○	→	D	□	▽	
Pintado de piezas	-	11,68	●	→	D	□	▽	
Secado de pieza al ambiente	-	2700	○	→	●	□	▽	
De secado al ambiente a horno	19,97	18,14	○	→	D	□	▽	
Secado en horno	-	744,53	●	→	D	□	▽	
Empacado	-	579,87	●	→	D	□	▽	
De empacado a almacenamiento PT	4,8	5,36	○	→	D	□	▽	
Almacenamiento PT	-	-	○	→	D	□	▽	

Fuente: Autores.

Anexo 8. Cursograma distribución tercer propuesta.

Tabla 81. Cursograma (tercera propuesta)

Cursograma Analítico									
Proceso: Manufactura de Asas									
Elaborado Wilmer Cáceres Carlos Sarmiento		Revisado Ing. Adriana Guamán Tutora de Proyecto			Aprobado Sr. Luis Cuenca Sr. Paúl Reinoso				
Actividad	Símbolo	Actual	Mejorado	Resumen					
Operación		10	10	Distancia recorrida 84.52 m					
Transporte		8	7						
Espera		3	3						
inspección		2	2						
Almacenamiento		2	2						
Descripción		Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo			Observaciones		
Almacenamiento de materia prima		-	-						
De almacenamiento de materia prima a Hornos de crisol		20,75	18,84						
Fundición de aluminio		-	3866,35						
Inyección		-	30,56						
De inyectoras a almacenamiento temporal		17,71	16,08						
Almacenamiento temporal		-	1200						
Cortado		-	14,04						
Lijado		-	15,23						
Troquelado		-	6,68						
De troqueladora a Pulidora		4,84	4,4						

Pulido	-	358,30						
De pulidora a Lavado	15	13,63						
Lavado	-	378,18						
De lavado a almacenamiento temporal	5,92	5,38						
Almacenamiento temporal	-	600						
Pintado de piezas	-	11,68						
Secado de pieza al ambiente	-	2700						
De secado al ambiente a horno	15,5	14,08						
Secado en horno	-	744,53						
Empacado	-	579,87						
De empacado a almacenamiento PT	4,8	5,36						
Almacenamiento PT	-	-						

Fuente: Autores

Anexo 9. Cursograma distribución cuarta propuesta

Tabla 82. Cursograma (cuarta propuesta)

Cursograma Analítico								
Proceso: Manufactura de Asas								
Elaborado Wilmer Cáceres Carlos Sarmiento		Revisado Ing. Adriana Guamán Tutora de Proyecto		Aprobado Sr. Luis Cuenca Sr. Paúl Reinoso				
Actividad	Símbolo	Actual	Mejorado	Resumen				
Operación		10	10	Distancia recorrida 134.94 m				
Transporte		8	9					
Espera		3	3					
Inspección		2	2					
Almacenamiento		2	2					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo			Observaciones		
Almacenamiento de materia prima	-	-						
De almacenamiento de materia prima a Hornos de crisol	20,75	18,84						
Fundición de aluminio	-	3866,35						
Inyección	-	30,56						
De inyectoras a almacenamiento temporal	17,71	16,08						
Almacenamiento temporal	-	1200						
Cortado	-	14,04						
Lijado	-	15,23						
Troquelado	-	6,68						

De troqueladora a pulidora	4,65	4,22						
Pulido	-	358,30						
De pulido a Lavado	37,84	34,37						
Lavado	-	378,18						
De lavado a almacenamiento temporal	23,94	21,75						
Almacenamiento temporal	-	600						
De almacenamiento temporal a pintura	10,85	9,86						
Pintado de piezas	-	11,68						
Secado de pieza al ambiente	-	2700						
De secado al ambiente a horno	5,43	4,93						
Secado en horno	-	744,53						
De horno a empacado	10,77	9,78						
Empacado	-	579,87						
De empacado a almacenamiento PT	3	3,8						
Almacenamiento PT	-	-						

Fuente: Autores.

Anexo 10. Flujo de caja actual

Tabla 83. Flujo de caja actual.

FLUJO DE CAJA						
DESCRIPCIÓN	AÑOS					
	P.O.	2019	2020	2021	2022	2023
I. Ingresos operacionales						
Ventas		281273,76	240859,27	249360,55	257164,53	249128,12
II. Egresos operacionales						
Costo de producción		234394,80	235379,26	236367,85	237360,60	238357,51
Total		234394,80	235379,26	236367,85	237360,60	238357,51
III. Flujo operacional (I-II)		46878,96	5480,01	4491,42	19803,93	10770,61
IV. Ingresos no operacionales						
Valor residual activos		0	0	0	0	20000,00
Valor residual capital de trabajo		0	0	0	0	125000,00
Total ingresos no operacionales	0	0	0	0	0	145000,00
V. Egresos no operacionales						
Preinversiones	1307,66					

Capital de trabajo	125000,00					
Pago I.R.	0	11719,74	1370,0028	1122,85	4950,98	2692,65
Pago trabajadores	0	7031,84	822,0017	673,71	2970,59	1615,59
Total egresos no operacionales	125000,00	18751,58	2192,00	1796,57	7921,57	4308,24
VI. Flujo no operacional (IV-V)	-125000,00	-18751,58	-2192,00	-1796,57	-7921,57	200886,56
VII. Flujo neto generado (III+VI)	-125000,00	28127,38	3288,01	2694,85	11882,36	211657,16
Depreciaciones		2150	2150	2150	2150	2150,00
Flujo neto	-125000,00	30277,38	5438,01	4844,85	14032,36	213807,16
VII. Flujo neto acumulado	-125000,00	-94722,62	-89284,62	-84439,77	-70407,41	143399,76

Fuente: Industrias ST – PASAL.

Anexo 11. Flujo de caja primera propuesta

Tabla 84. Flujo de caja primera propuesta.

FLUJO DE CAJA						
DESCRIPCIÓN	AÑOS					
	P.O.	2019	2020	2021	2022	2023
I. Ingresos operacionales						
Ventas		281273,76	240859,27	249360,55	257164,53	249128,12
II. Egresos operacionales						
Costo de producción		234394,80	235379,26	236367,85	237360,60	238357,51
Total		234394,80	235379,26	236367,85	237360,60	238357,51
III. Flujo operacional (I-II)		46878,96	5480,01	4491,42	19803,93	10770,61
IV. Ingresos no operacionales						
Valor residual activos		0	0	0	0	20000,00
Valor residual capital de trabajo		0	0	0	0	125000,00
Total ingresos no operacionales	0	0	0	0	0	145000,00
V. egresos no operacionales						

Preinversiones	1307,66					
Capital de trabajo	125000,00					
Pago I.R.	0	11950,25	1484,1548	1237,01	5109,92	2827,73
Pago 15% trabajadores	0	7170,15	890,4929	742,20	3065,95	1696,64
Total egresos no operacionales	126307,66	19120,39	2374,65	1979,21	8175,87	4524,37
VI. Flujo no operacional (IV-V)	-126307,66	-19120,39	-2374,65	-1979,21	-8175,87	200670,43
VII. Flujo neto generado (III+VI)	-126307,66	28680,59	3561,97	2968,82	12263,80	211981,35
Depreciaciones		2150	2150	2150	2150	2150,00
Flujo neto	-126307,66	30830,59	5711,97	5118,82	14413,80	214131,35
VII. Flujo neto acumulado	-126307,66	-95477,07	-89765,10	-84646,28	-70232,48	143898,87

Fuente: Industrias ST – PASAL.

Anexo 12. Flujo de caja segunda propuesta

Tabla 85. Flujo de caja segunda propuesta.

FLUJO DE CAJA						
DESCRIPCIÓN	AÑOS					
	P.O.	2019	2020	2021	2022	2023
I. Ingresos operacionales						
Ventas		282300,79	241365,97	249947,73	257871,50	249728,40
II. Egresos operacionales						
Costo de producción		234394,80	235379,26	236367,85	237360,60	238357,51
TOTAL		234394,80	235379,26	236367,85	237360,60	238357,51
III. Flujo operacional (I-II)		47905,99	5986,71	4998,12	20510,90	11370,89
IV. Ingresos no operacionales						
Valor residual activos		0	0	0	0	20000,00
Valor residual capital de trabajo		0	0	0	0	125000,00
Total ingresos no operacionales	0	0	0	0	0	145000,00
V. Egresos no operacionales						

Preinversiones	475,00					
Capital de trabajo	125000,00					
Pago I.R.	0	11976,50	1496,6780	1249,53	5127,73	2842,72
Pago 15% trabajadores	0	7185,90	898,0068	749,72	3076,64	1705,63
Total egresos no operacionales	125475,00	19162,40	2394,68	1999,25	8204,36	4548,36
VI. Flujo no operacional (IV-V)	-125475,00	-19162,40	-2394,68	-1999,25	-8204,36	200646,44
VII. Flujo neto generado (III+VI)	-125475,00	28743,60	3592,03	2998,87	12306,54	212017,33
Depreciaciones		2150	2150	2150	2150	2150,00
Flujo neto	-125475,00	30893,60	5742,03	5148,87	14456,54	214167,33
VII. Flujo neto acumulado	-125475,00	-94581,40	-88839,38	-83690,50	-69233,96	144933,37

Fuente: Industrias ST – PASAL.

Anexo 13. Flujo de caja tercera propuesta

Tabla 86. Flujo de caja tercera propuesta.

FLUJO DE CAJA						
DESCRIPCIÓN	AÑOS					
	P.O.	2019	2020	2021	2022	2023
I. Ingresos operacionales						
Ventas		284488,03	242409,32	251168,00	259355,12	250977,48
II. Egresos operacionales						
Costo de producción		234394,80	235379,26	236367,85	237360,60	238357,51
TOTAL		234394,80	235379,26	236367,85	237360,60	238357,51
III. Flujo operacional (I-II)		50093,23	7030,06	6041,47	21994,52	12619,97
IV. Ingresos no operacionales						
Valor residual activos		0	0	0	0	20000,00
Valor residual capital de trabajo		0	0	0	0	125000,00
Total ingresos no operacionales	0	0	0	0	0	145000,00
V. Egresos no operacionales						

Preinversiones	1307,66					
Capital de trabajo	125000,00					
Pago I.R.	0	12523,31	1757,5154	1510,37	5498,63	3154,99
Pago 15% trabajadores	0	7513,98	1054,5093	906,22	3299,18	1893,00
Total egresos no operacionales	126307,66	20037,29	2812,02	2416,59	8797,81	5047,99
VI. Flujo no operacional (IV-V)	-126307,66	-20037,29	-2812,02	-2416,59	-8797,81	200146,81
VII. Flujo neto generado (III+VI)	-126307,66	30055,94	4218,04	3624,88	13196,71	212766,78
Depreciaciones		2150	2150	2150	2150	2150,00
Flujo neto	-126307,66	32205,94	6368,04	5774,88	15346,71	214916,78
VII. Flujo neto acumulado	-126307,66	-94101,72	-87733,68	-81958,80	-66612,09	148304,69

Fuente: Industrias ST – PASAL

Anexo 14. Flujo de caja cuarta propuesta

Tabla 87. Flujo de caja cuarta propuesta.

FLUJO DE CAJA						
DESCRIPCIÓN	AÑOS					
	P.O.	2019	2020	2021	2022	2023
I. Ingresos operacionales						
VENTAS		277036,73	238854,92	247010,89	254300,84	246722,22
II. Egresos operacionales						
Costo de producción		234394,80	235379,26	236367,85	237360,60	238357,51
Total		234394,80	235379,26	236367,85	237360,60	238357,51
III. Flujo operacional (I-II)		42641,93	3475,66	2487,07	16940,25	8364,71
IV. Ingresos no operacionales						
Valor residual activos		0	0	0	0	20000,00
Valor residual capital de trabajo		0	0	0	0	185194,80
Total ingresos no operacionales	0	0	0	0	0	205194,80
V. Egresos no operacionales						

Preinversiones	1677,66					
Capital de trabajo	125000,00					
Pago I.R.	0	10660,48	868,9156	621,77	4235,06	2091,18
Pago 15% Trabajadores	0	6396,29	521,3493	373,06	2541,04	1254,71
Total egresos no operacionales	126677,66	17056,77	1390,26	994,83	6776,10	3345,88
VI. Flujo no operacional (IV-V)	-126677,66	-17056,77	-1390,26	-994,83	-6776,10	201848,92
VII. Flujo neto generado (III+VI)	-126677,66	25585,16	2085,40	1492,24	10164,15	210213,62
Depreciaciones		2150	2150	2150	2150	2150,00
Flujo neto	-126677,66	27735,16	4235,40	3642,24	12314,15	212363,62
VII. Flujo neto acumulado	-126677,66	-98942,50	-94707,11	-91064,86	-78750,71	133612,91

Fuente: Industrias ST – PASAL.