



**Autor 1:**



**Wilson Xavier Minango Tutasi**

Ingeniero Industrial

Egresado de la Maestría en Producción y Operaciones Industriales.

Universidad Politécnica Salesiana

Correo: wminango@est.ups.edu.ec

**Autor 2:**



**Jeyson Patricio Egas García**

Egresado de la Maestría en Producción y Operaciones Industriales.

Ingeniero Mecánico

Universidad Politécnica Salesiana

Correo: jegasg1@est.ups.edu.ec

**Dirigido por:**



**Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado**

Ingeniera Industrial.

Magister en Administración de Empresas.

Docente de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

Carrera de Ingeniería Industrial.

Correo: ateran@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS**

©2021 Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil – Ecuador – Sudamérica

Jeyson Patricio Egas García

Wilson Xavier Minango Tutasi

**“OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA”**

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Wilson Xavier Minango Tutasi y Jeyson Patricio Egas García, declaramos que somos los únicos autores de este trabajo de titulación titulado “Optimización de los procesos de producción de maquinarias y equipos industriales en una empresa metalmecánica, mediante la aplicación de la manufactura esbelta”. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.



---

Wilson Xavier Minango Tutasi  
CI: 1715761258



---

Jeyson Patricio Egas García  
CI: 1205781816

## DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORES

Nosotros, Wilson Xavier Minango Tutasi y Jeyson Patricio Egas García, en calidad de autores del trabajo de titulación titulado “Optimización de los procesos de producción de maquinarias y equipos industriales en una empresa metalmecánica, mediante la aplicación de la manufactura esbelta”, por medio de la presente, autorizamos a la **UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA DEL ECUADOR** a que haga uso parcial o total de este proyecto con fines académicos o de investigación.



---

Wilson Xavier Minango Tutasi

CI: 1715761258



---

Jeyson Patricio Egas García

CI: 1205781816

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación titulado “Optimización de los procesos de producción de maquinarias y equipos industriales en una empresa metalmecánica, mediante la aplicación de la manufactura esbelta”, desarrollado por los estudiantes Wilson Xavier Minango Tutasi y Jeyson Patricio Egas García previo a la obtención del Título de Magister en Producción y Operaciones Industriales, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en la normativa vigente de la Universidad Politécnica Salesiana para el desarrollo de trabajos de titulación de posgrado. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, a los 26 días del mes de octubre de 2021.



---

Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado M.Sc.  
**Directora del Trabajo de Titulación**

## **DEDICATORIA**

Tengo la convicción que mi ángel en el cielo estará orgulloso de mí siempre, mi querido abuelo WILSON HAIBITO MINANGO DIAZ, mi fiel compañero y primer maestro. Es a él a quien dedico principalmente este trabajo.

A mi familia, mi compañera en el camino de la vida Daysi Geovanna Martínez Gagñay, mis padres Geovanny Xavier Minango Campoverde, Isabel Lucila Tutasi Paz y Miño, mi hermano Jairo Enrique Minango Tutasi y su familia, quienes en este camino de regreso a las aulas fueron mi inspiración para cumplir este objetivo.

*Wilson Xavier Minango Tutasi*

Siempre estás en mi corazón y te recuerdo a todo momento, por eso te dedico mi trabajo de titulación Papito Lucho, porque fuiste una persona muy importante en mi vida, quien me brindó los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida y crecimiento.

A mi Abuela Beatriz Vásquez, por el amor que me has dado y por tu apoyo incondicional en mi vida.

A mis padres, quienes han sido la guía para poder llegar a este punto de mi carrera.

También quiero dedicar este trabajo a mi esposa Cinthia Pillasagua y mis hijas, compañeras inseparables de cada jornada.

*Jeyson Patricio Egas García*

## **AGRADECIMIENTO**

Una vez más vuelvo agradecer a mi DIOS todopoderoso, que me permitió cumplir con esta nueva meta trazada en mi vida.

Agradezco también a quienes conforman nuestra gloriosa Alma Mater, nuestro Vicerrector Raúl Álvarez G., quien desde pregrado ha logrado formarme como profesional. A Tania Rojas, quien con su dirección logró motivarnos y continuar nuestros estudios a pesar de la adversidad. A nuestra querida tutora del trabajo de titulación Fabiola Terán, sin su ayuda, predisposición y su seguimiento, el trabajo nos hubiera costado mucho más tiempo lograrlo, sus aportes fueron la guía exacta en el momento indicado.

A la empresa WILPAC y todo su personal, quienes fueron los pilares de este estudio, gracias a sus conocimientos, acceso a la información e instalaciones, se pudo culminar con éxito este proyecto.

*Wilson Xavier Minango Tutasi*

Quiero expresar mi gratitud a DIOS, quien con su bendición llena siempre mi vida, y a toda mi familia por estar siempre presentes. Mi profundo agradecimiento a la empresa WILPAC, por confiar en nosotros, abrirnos las puertas y permitirnos realizar todo el proceso investigativo dentro de sus instalaciones.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Politécnica Salesiana, a mis profesores y en especial a nuestra coordinadora de maestría Ing. Tania Rojas M.Sc., gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a nuestra querida directora de trabajo de titulación Ing. Fabiola Terán M.Sc. quien a lo largo de este tiempo puso su capacidad y conocimientos en el desarrollo de este proyecto.

*Jeyson Patricio Egas García*

## RESUMEN

La presente propuesta tecnológica está enfocada en la aplicación de herramientas de la manufactura esbelta con el fin de optimizar los procesos de producción de maquinarias y equipos industriales en una empresa metalmeccánica. En este sentido se realizó un diagnóstico sobre la situación actual, se identificó las técnicas y herramientas de la manufactura esbelta aplicables para la optimización de los procesos y se definió la propuesta de aplicación de las técnicas y herramientas del modelo de sistema de manufactura esbelta. Con la información que se obtuvo con el diagrama de flujo de proceso, ficha de observación, estudio de tiempos, diagrama de recorrido (Lay Out) se evidenció elevados tiempos de ciclos de producción, esperas y retrasos en el proceso de fabricación de bandas transportadoras; además se constató la existencia actividades que no están correctamente distribuidas y controladas y que no agregan valor al proceso, lo que ocasiona paros en las maquinarias y proceso desbalanceado. Con el análisis realizado y estudio de las herramientas de manufactura esbelta se pudo seleccionar los métodos adecuados que generaran cambios importantes en el proceso de producción, y de esta forma reducir los tiempos de ciclo mediante la eliminación de las actividades que no agregan valor. Se propuso la aplicación de la manufactura esbelta basado en la eliminación de las actividades innecesarias, y mediante la metodología SMED esto representaría para la empresa un incremento de su productividad del 14,7%. La gestión estratégica de la empresa en estudio es de vital importancia para lograr el éxito y la sostenibilidad en el tiempo, en este sentido la herramienta Hoshin Kanri permitirá el despliegue de la visión, misión y objetivos estratégicos hacia todos los niveles jerárquicos de la empresa, promoviendo la participación de todos a través del cumplimiento de estrategias e indicadores y la relación entre los distintos niveles de la empresa.

**Palabras clave:** Manufactura Esbelta, Producción, Maquinarias, Metalmeccánica, Técnicas, Herramientas, Metodología, Objetivos Estratégicos

## ABSTRACT

This technological proposal is focused on the application of lean manufacturing tools in order to optimize the production processes of machinery and industrial equipment in a metal-mechanical company. In this sense, a diagnosis of the current situation was made, lean manufacturing techniques and tools applicable for the optimization of processes were identified and the proposal for the application of the techniques and tools of the lean manufacturing system model was defined. With the information obtained from the process flow diagram, observation sheet, time study, layout diagram (Lay Out), high production cycle times, waits and delays in the manufacturing process of conveyor belts were evidenced; it was also found that there are activities that are not properly distributed and controlled and that do not add value to the process, which causes stoppages in the machinery and unbalanced process. With the analysis and study of lean manufacturing tools, it was possible to select the appropriate methods that would generate important changes in the production process, and thus reduce cycle times by eliminating activities that do not add value. The application of lean manufacturing based on the elimination of unnecessary activities was proposed, and through the SMED methodology this would represent a 14.7% increase in productivity for the company. The strategic management of the company under study is of vital importance to achieve success and sustainability over time, in this sense the Hoshin Kanri tool will allow the deployment of the vision, mission and strategic objectives to all hierarchical levels of the company, promoting the participation of all through the fulfillment of strategies and indicators and the relationship between the different levels of the company.

**Keywords:** Lean Manufacturing, Production, Machinery, Metallurgy, Techniques, Tools, Methodology, Strategic objectives

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Portada	i
Contraportada	ii
Declaración de responsabilidad y autoría	iii
Declaración de cesión de derechos de autor	iv
Certificación de dirección del trabajo de titulación	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Índice general	x
Índice de figuras	xiii
Índice de tablas	xv
Índice de anexos	xvi
<b>Capítulo 1: Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Situación problemática	3
1.2. Formulación del problema	5
1.3. Justificación teórica	5
1.4. Justificación práctica	5
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivo general	6
1.5.2. Objetivos específicos	6
<b>Capítulo 2: Marco teórico</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes de investigación	7
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Proceso	9
2.2.2. Proceso administrativo	10
2.2.3. Análisis de procesos	10
2.2.4. Gestión de procesos	11
2.2.4.1. Objetivos de la gestión de procesos	11

2.2.5.	Administración de operaciones	12
2.2.6.	Estrategia de operaciones	12
2.2.7.	Sistemas esbeltos	12
2.2.8.	Manufactura esbelta	13
2.2.9.	Objetivos de la manufactura esbelta	13
2.2.10.	Principios de la manufactura esbelta	14
2.2.11.	Las tres Ms	14
2.2.12.	Desperdicios	15
2.2.12.1.	Los siete desperdicios	15
2.2.13.	Herramientas de la manufactura esbelta	18
2.2.13.1.	Herramientas de diagnóstico	18
2.2.13.2.	Herramientas operativas	19
2.2.13.3.	Herramientas de seguimiento	23
<b>Capítulo 3: Metodología</b>		32
3.1.	Enfoque metodológico	32
3.2.	Tipos de investigación	35
3.3.	Modalidades de investigación	35
3.4.	Población y muestra	36
3.5.	Técnicas e instrumentos	37
3.5.1.	Fichas de observación	37
3.5.2.	Mapas o flujos de procesos	38
3.5.3.	Estudio de tiempos	38
3.5.4.	Diagrama de recorrido	40
<b>Capítulo 4: Resultados</b>		41
4.1.	Diagnóstico de la situación actual de cómo se realizan los procesos de producción en la empresa WILPAC	41
4.1.1.	Observación de los procesos	41
4.1.2.	Diagramas de flujos de procesos	42
4.1.3.	Tabulación del estudio de tiempos de los diagramas de flujos de procesos	56
4.1.4.	Resultados del estudio de tiempos	72
4.1.5.	Lay Out de la planta	75
4.2.	Técnicas y herramientas de la manufactura esbelta aplicables para la optimización de los procesos de la empresa WILPAC	77

4.2.1.	Identificación de los criterios para la toma de decisiones	77
4.2.2.	Asignación de ponderación a criterios	77
4.2.3.	Alternativas de las herramientas de manufactura esbelta	77
4.2.4.	Matriz de alternativas para decisión	78
4.2.5.	Valoración de la matriz de alternativas para decisión	79
4.2.6.	SMED	79
4.2.7.	Hoshin Kanri	80
4.3.	Aplicación de las técnicas y herramientas del modelo de sistema de manufactura esbelta para la empresa WIPLAC	80
4.3.1.	Metodología SMED	80
4.3.1.1.	Evaluación de actividades que no agregan valor (tareas) internas que se pueden convertir en actividades (tareas) externas	81
4.3.1.2.	Resumen de la evaluación de actividades que no agregan valor (tareas) externas	89
4.3.1.3	Lay Out de la planta propuesto	92
4.3.2.	Metodología Hoshin Kanri	94
4.3.2.1.	Misión, visión, política de calidad y valores de la empresa	94
4.3.2.2.	Descripción detallada de los en WILPAC	95
4.3.2.3.	Organigrama WILPAC	98
4.3.2.4.	Estrategias para la implementación Hoshin Kanri	99
4.3.2.5.	Mapa estratégico	104
4.3.2.6.	Cuadro de mando gerencial y operativo de WILPAC	105
4.3.2.7.	Estructura y evaluación del sistema	109
	<b>Conclusiones</b>	116
	<b>Recomendaciones</b>	118
	<b>Referencias bibliográficas</b>	119
	<b>Anexos</b>	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Ejemplo value Stream mapping	18
2	Organigrama del área de producción	36
3	Formato ficha de observación	37
4	Formato mapa de procesos	38
5	Formato estudio de tiempos	39
6	Observación a las actividades / elementos realizados para banda transportadora	41
7	Secuencia de operaciones fabricación de máquina banda transportadora	42
8	Diagrama de flujo de fabricación eje motriz	43
9	Diagrama de flujo fabricación eje conductor	44
10	Diagrama de flujo fabricación en CNC	45
11	Diagrama de flujo fabricación de bocines	46
12	Diagrama de flujo fabricación torneado de bocines	47
13	Diagrama de flujo fabricación corte de rodillos	48
14	Diagrama de flujo fabricación de platinas para artesa	49
15	Diagrama de flujo fabricación de banda fija	50
16	Diagrama de flujo fabricación proceso de pintura	53
17	Diagrama de flujo fabricación armado del tablero	54
18	Diagrama de flujo fabricación ensamblaje final de banda transportadora	55
19	Resumen diagramas de flujo de proceso de construcción de banda transportadora	56
20	Estudio de tiempos fabricación eje motriz	57
21	Estudio de tiempos fabricación eje conductor	59
22	Estudio de tiempos fabricación en CNC	60
23	Estudio de tiempos fabricación de bocines	60
24	Estudio de tiempos torneado de bocines	61
25	Estudio de tiempos corte de rodillos	62
26	Estudio de tiempos fabricación de platinas para artesa	63

27	Estudio de tiempos fabricación banda fija	65
28	Estudio de tiempos proceso de pintura	69
29	Estudio de tiempos montaje de tablero eléctrico	70
30	Estudio de tiempos ensamblaje final de banda transportadora	71
31	Resultados estudio de tiempos	73
32	Resultados porcentaje de tiempos actividades con bajo desempeño	74
33	Lay Out – Diagrama de recorrido actual	76
34	Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de eje conductor	81
35	Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de eje motriz	82
36	Evaluación de actividades internas y externas en fabricación en CNC	83
37	Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de bocines	83
38	Evaluación de actividades internas y externas en torneado de bocines	84
39	Evaluación de actividades internas y externas en corte de rodillos	84
40	Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de platinas artesa	85
41	Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de platinas artesa	86
42	Evaluación de actividades internas y externas en proceso de pintura	88
43	Evaluación de actividades internas y externas en montaje de tablero eléctrico	88
44	Evaluación de actividades internas y externas en ensamble final	89
45	Resumen evaluación de actividades externas	90
46	Porcentaje de incremento de la productividad	91
47	Lay Out – Diagrama de recorrido propuesto	93
48	Mapa de Procesos WILPAC	97
49	Organigrama WILPAC	98
50	Interacción de los niveles en WILPAC	99
51	Interacción estrategias WILPAC	102
52	Mapa estratégico WILPAC	104
53	Formato de seguimiento a indicadores mensuales	111
54	Formato de seguimiento a acciones de mejora	114
55	Relación de la gestión de estrategias entre los distintos niveles de WILPAC	115

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
1	Etapas de la metodología SMED	21
2	Reglas de la metodología KANBAN	23
3	Ponderación de aspectos para la toma de decisión	33
4	Valoración de alternativas	34
5	Resultado de la valoración de alternativas	35
6	Suplementos y holguras	39
7	Descripción de áreas del LAY OUT	75
8	Ponderación de criterios	77
9	Matriz de alternativas para decisión	78
10	Matriz valorada de alternativas para decisión	79
11	Resumen evaluación de actividades externas respecto al tiempo estándar	91
12	Cuadro de mando nivel gerencial y nivel medio y operativo WILPAC	106
13	Indicadores a medir para reuniones mensuales	110
14	Indicadores a medir para reuniones semanales	113
15	Indicadores a medir para reuniones diarias	114

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>		<b>Página</b>
1	Recopilación de información para estudio de tiempos	128
2	Proceso Máquinas - Herramientas	129
3	Construcción banda fija	130
4	Construcción y montaje de rodillos	131
5	Ensamble final banda transportadora	132

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, la productividad ha sido un tema relevante en el desarrollo económico y en el bienestar social de los países, ha sido estudiada desde las teorías clásicas de la ventaja absoluta, la ventaja comparativa y la ventaja competitiva de las naciones, hasta los modelos extendidos que solventan algunas de las deficiencias de estas teorías (García et al, 2017).

La crisis económica actual ha incrementado en las empresas alrededor del mundo la necesidad de reducir sus costos operativos con el fin de mantenerse productivas y rentables, ya que esto es un factor clave para cualquier organización (Valencia et al, 2014).

En la década de los años 80 asistió al Ecuador una misión japonesa con la finalidad de realizar inversiones en el país en el sector industrial, para lo cual realizaron un estudio previo de los indicadores de producción de nuestra industria, llegando a la conclusión que no era necesario invertir en nuevas unidades de producción en virtud que la utilización de la maquinaria instalada era menor al 30%, lo cual generó un gran escándalo y difundido en la revista Vistazo y en los noticieros locales, fue necesario la intervención extranjera para reconocer algunos indicadores.

Las industrias en su objetivo de lograr una mejora productiva de sus procesos deben implantar herramientas para controlar sus procesos, y así asegurar el procesamiento eficiente de sus productos, estas herramientas corresponden al sistema de producción ajustada, las mismas que se enfocan a eliminar el desperdicio, interpretándolo como desperdicio lo que no agregue valor al proceso (Ortiz, 2018).

La manufactura esbelta es definida como una ideología que se enfoca a la eliminación de los desperdicios. Este concepto tuvo su origen del Sistema de Producción de Toyota (Toyota Production System, TPS). Lean es un conjunto de “herramientas” que tienen como objetivo ayudar en la identificación y reducción o combinación de desperdicios (muda), a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de producción. Entre las herramientas de esta metodología están la mejora continua (kaizen), técnicas de solución de problemas como 5 porqués y los sistemas a prueba de errores (poka yokes). En un segundo enfoque, se considera el “flujo de producción” (mura) a través del sistema y no hacia la eliminación de desperdicios. Algunos de los métodos para mejorar los flujos son la producción nivelada (reducción de muri), kanban o la tabla de heijunka (González, 2007).

Es importante saber que el sistema de manufactura esbelta está compuesto por varios subsistemas llamados también herramientas (Shingo, 1993. citado por Tapia et al., 2017), y que éstos son usados para reducir y eliminar el desperdicio en las empresas (Liker, 2004. citado por Tapia et al, 2017).

Desde sus inicios hasta la actualidad, el lean manufacturing ha producido óptimos resultados para las empresas que apuestan por el mejoramiento continuo de sus operaciones de manera ordenada y sistemática, ya sea por cualquiera de los caminos tomados, estableciendo un flujo de sus procesos o disposición de desperdicios (González, 2007).

Un objetivo de la manufactura esbelta es la producción cero defectos, reducción de costos, satisfacción de las necesidades de los clientes en el momento y la cantidad deseada, además los inventarios deben ser mínimos y realizar mejoramientos continuos para eliminar los desperdicios (González, 2007).

La manufactura esbelta (lean manufacturing) se ha convertido en una alternativa que ha mostrado su versatilidad al ser adoptada en los diferentes escenarios del sector industrial; sin embargo, en la gran mayoría de las empresas, es poco común la implantación con éxito de prácticas de lean manufacturing, una de las causas es la carencia de metodologías de implementación práctica; otra es los tiempos de implementación, lo que puede implicar costos agregados que impactan los presupuestos de las empresas; por tal razón es tan mínimo el nivel de implementación de esta herramienta (Sarria et al., 2017).

Six Sigma y Manufactura Esbelta son enfoques de mejora de la calidad y la productividad que han sido implementados con gran éxito en grandes empresas a nivel mundial, en el ámbito de la manufactura y los servicios (Felizzola & Amaya, 2014).

Optimizar los procesos de producción es una tarea importante que debe resolverse en la planificación estratégica y/u operativa de cada empresa industrial (Jablonsky & Skocdopolova, 2017).

La eficiencia productiva dentro de las organizaciones se basa principalmente en la capacidad del recurso humano para ejecutar sus tareas de manera eficiente y eficaz, para lo que sin duda es indispensable entregar los lineamientos para ejecutarlos (Alarcón & Sanhueza, 2011).

La industria metalmecánica en Ecuador constituye el 14% del PIB, evidenciándose un crecimiento promedio anual del 7% a partir del año 2000. La industria manufacturera se clasifica en varios subsectores, entre ellos se destacan productos ecuatorianos del sector metalmecánico, lo que demuestra la importancia de este sector en el Ecuador y que día a día debe ser más competitivo (PRO-ECUADOR, 2015).

Ante esta realidad histórica del Ecuador y Latino América, se considera pertinente el identificar mecanismos que permitan primero precisar la situación actual para luego generar proyectos que propicien la optimización de los procesos de producción mediante el uso de la metodología de manufactura esbelta, en nuestro país desde la academia, mediante los proyectos de investigación de la Maestría en Producción y Operaciones Industriales de la Universidad Politécnica Salesiana que propicien un impacto favorable en nuestra comunidad.

(Rodríguez, 2008) manifiesta que decidir el orden de las operaciones a medir depende del objetivo general de la medición.

### **1.1. Situación problemática**

La poca presencia de la academia ecuatoriana en una investigación científica sobre el tema de optimización de los procesos de producción, genera estudios muy dispersos y aislados. En estos últimos años ha crecido el interés por el tema de optimizar los procesos e incrementar la productividad en nuestro sector industrial como un mecanismo de utilizar la capacidad instalada, así como también el interés en la transmisión de conocimientos a la empresa privada y a la mejora del aprendizaje universitario.

En la actualidad donde las empresas se manejan dentro de un mundo globalizado, y que la competencia cada día se hace mayor dentro de los mercados, la productividad juega un papel muy importante, ya que de esto depende mantenerse y ser cada vez más competitivos. Para ello, se pueden emplear criterios como el orden de las operaciones, tomando en cuenta su presentación dentro del proceso, la posibilidad de ahorro en la operación y el costo anual de operación (Meyers, 2000).

Los factores determinantes en la cadena productiva metalmecánica ecuatoriana son la calidad, el talento humano (la tecnificación en la formación), los recursos financieros, la tecnología, la calidad de los insumos y materias primas para la construcción del producto final (Castillo & Zapata, 2014).

Cada compañía busca la máxima calidad, productividad, costos óptimos y ganancias, por medio de diferentes metodologías de mejora (Gavilánez, 2017).

En la actualidad las organizaciones se encuentran en la búsqueda constante de mejorar su desempeño, optimizando todos los recursos que tienen a su disposición (Jara, 2012).

El presente proyecto se desarrolló en la empresa WILPAC del cantón Quevedo, dedicada a la elaboración de máquinas y equipos agroindustriales, con conocimiento en el ámbito empresarial, industrial, agroindustrial y metalmecánico, garantizando a sus clientes ser el mejor asociado, presta para contribuir con acertadas soluciones a sus clientes. WILPAC está comprometida a la optimización de procesos agroindustriales, dispuesta a la reducción de costos de producción y mantenimiento de otras máquinas industriales convencionales, poniendo como objetivo principal la calidad de sus productos y servicio.

En la empresa WILPAC se evidenció elevados tiempos de ciclos de producción, esperas y retrasos en el proceso ocasionado por los paros de las maquinarias y algunos procesos desbalanceados, trasladándose en la lentitud de las líneas de producción, influyendo en la satisfacción de sus clientes por la entrega atrasada del producto final.

Se pudo evidenciar también que en la empresa existen contraflujos de materiales, debido a la secuencia incorrecta de las operaciones, de las máquinas y los procesos en la planta (distribución); repercutiendo en los esfuerzos que realizan los trabajadores en la fabricación de los equipos y maquinarias industriales, que resulta de aumento de movimientos, excesivo transporte de materias primas, alto inventario de materias primas e ineficiente uso de herramientas de trabajo en los procesos.

Además, la falta de indicadores de gestión de producción y productividad en la empresa genera un desconcierto para todos los colaboradores, ya que al no contar con estos indicadores no se puede analizar cuan bien se está administrando la empresa, como el uso de los recursos (eficiencia), cumplimiento de los programas (efectividad) y productos sin errores (eficacia).

Se considerarán los principios de la manufactura esbelta (lean manufacturing) y los procesos en línea, con estas metodologías se proyecta optimizar el flujo del proceso a lo largo de la cadena de producción, regulando los niveles de inventario y abastecimiento de los recursos necesarios en la fabricación de equipos y maquinarias industriales que se realizan en WILPAC.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo optimizar los procesos de producción en la empresa WILPAC del Cantón Quevedo?

## **1.3. Justificación teórica**

El presente estudio se enfoca en poner a disposición de un método de aplicación del modelo del lean manufacturing para los procesos de producción de maquinarias y equipos agroindustriales; se fundamenta en analizar la situación actual de los procesos, utilizando diagramas de flujos, estudio de tiempos y distribución de planta, a partir de los cuales se identifican las posibilidades de mejoramiento y planear la implementación de las técnicas de manufactura esbelta, con lo cual se puedan reducir o eliminar los desperdicios como los tiempos de espera, transporte, sobreproducción, excesivo inventario, procesamientos inadecuados, y movimientos ineficientes.

La manufactura esbelta mira lo que no se debería estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica total de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministros (Ortiz, 2018).

## **1.4. Justificación práctica**

En este sentido, la empresa se verá beneficiada respecto a la sincronización en la llegada de los materiales, la reducción de inventario, de esta manera se producirá solo lo necesario. Además, la presente investigación se justifica porque permitirá reconocer nuevas formas, nuevas técnicas y nuevos sistemas de manufactura que aportarán valor añadido, y con ello optimizar los métodos de trabajo en la empresa.

El presente estudio es un requisito para la obtención del grado de Máster en Producción y Operaciones Industriales en la Universidad Politécnica Salesiana.

Además, el estudio resulta viable de desarrollarse, porque se cuenta con la predisposición y cooperación de todos los que trabajan en la organización, ya que a través de ellos será posible obtener la información necesaria para llevar adelante el estudio, y también porque serán los principales beneficiarios del presente proyecto.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Optimizar los procesos de producción de maquinarias y equipos industriales a través de una de las herramientas de la manufactura esbelta en la empresa WILPAC del cantón Quevedo.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico sobre la situación actual de cómo se realizan los procesos de producción en la empresa WILPAC para determinar las variables críticas.
- Identificar las técnicas y herramientas de la manufactura esbelta aplicables para la optimización de los procesos de la empresa WILPAC.
- Definir la propuesta de aplicación de las técnicas y herramientas del modelo de sistema de manufactura esbelta para la empresa WILPAC.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de investigación**

Según Santillán et al. (2013), en su investigación ‘‘Estudio para la optimización de la gestión de producción’’, uno de los elementos más críticos de las empresas manufactureras son las áreas o departamentos productivos; indican que en estos recae una mayor responsabilidad del negocio, por lo tanto, una gestión eficaz en los procesos de estas áreas impacta en un mayor grado en el éxito o fracaso de la misma. Además, manifiestan que la planificación de la producción incide en diversos puntos tales como un correcto uso de los recursos disponibles, procedimientos eficientes y una correcta estimación de los requerimientos emergentes.

Para Wilches et al. (2013), en su artículo ‘‘Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para el mejoramiento de la cadena de valor de una línea de producción de sillas para oficina’’ en sus reflexiones finales manifiestan que se puede demostrar que para mejorar los procesos en las empresas no es necesario realizar grandes inversiones en tecnología de punta, basta con conocer e implementar herramientas de manufactura lean las cuales están enfocadas en el mejoramiento continuo con unos gastos mínimos e inversión. Para detectar los problemas que se presentan en el proceso de producción es necesario recolectar información acerca de los procesos y el estado actual de cada área de producción; para tener un punto de partida confiable de tal manera que se puedan detectar las fallas en el sistema y las causas que la generan.

Ibarra & Ballesteros (2017), en su artículo ‘‘manufactura esbelta’’ en sus conclusiones describen que la manufactura esbelta es una de las herramientas con mayor éxito para la disminución de desperdicios. Además, manifiestan que es importante reconocer que esta filosofía trata de un mejoramiento de procesos que utiliza métodos y sistemas para mejorar el ambiente de trabajo, los procesos y el desempeño del negocio, creando en consecuencia clientes satisfechos. Su principal enfoque es la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en el diseño, la producción, la cadena de suministro y la relación con los clientes. Una empresa Lean logrará una posición estratégica y la satisfacción de sus clientes.

Villalvazo (2010), en su trabajo investigativo ‘‘Modelo de Integración de Manufactura Esbelta – Seis Sigma con principios de Ingeniería Concurrente adaptable a Pymes’’, afirma que muchas veces el temor a hacer una mala inversión dentro de la empresa y el no contar con el conocimiento adecuado, lleva a desestimar buenas alternativas para la resolución de problemas o para la implementación de la mejora continua. Los sistemas de costeo que se utilizan actualmente en la empresa son incapaces de estimar el retorno de la inversión generada al aplicar técnicas de Seis

Sigma o Manufactura Esbelta y el impacto que el uso de estas herramientas tendrá dentro de la empresa en un pequeño y largo plazo.

Para Rentería (2016), en su trabajo investigativo doctoral “Implementación del pensamiento esbelto: impacto en instituciones de salud y en la generación de capacidades dinámicas”, concluye que las empresas que implementan el pensamiento esbelto desarrollan los componentes de las capacidades dinámicas, capacidad de absorción, de innovación y de adaptación. Además, manifiesta como conclusión también que la capacidad de absorción funge como una capacidad habilitadora para desarrollar las capacidades de innovación y de adaptación en empresas que han implementado el pensamiento esbelto; y, sugiere que el grado de implementación del pensamiento esbelto está relacionado con la generación de ventajas competitivas en países con economías emergentes.

Rojas & Soler (2017), en su artículo “lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas” afirman que la clave del modelo de manufactura esbelta está en generar una nueva cultura tendente a encontrar la forma de aplicar mejoras en una planta de fabricación, tanto a nivel de puesto de trabajo como de línea de fabricación, y todo ello en contacto directo con los problemas existentes para lo cual se considera fundamental la colaboración y comunicación plena entre directivos, mandos y operarios. Además, manifiestan que para poder tener éxito en la implementación de las herramientas de la manufactura esbelta se debe evitar lo siguiente:

- La falta de involucramiento y convicción de los directores de que la utilización de estas herramientas dará frutos positivos a la organización.
- Falta de personas involucradas que deseen seguir con la filosofía incorporada por la empresa.
- Empleados temporales.
- Falta de motivación del personal
- Sobrecarga de trabajo
- Falta de coordinación y cooperación entre departamentos
- Falta de tiempo y dedicación en la implementación de las mejoras
- Complejidad de las herramientas implementadas
- Deficiente capacitación del personal

- Resistencia al cambio por parte del personal
- Lentitud de obtención de mejoras
- Falta de apoyo económico

Para Madariaga (2013), en su libro “Lean Manufacturing” describe que la manufactura esbelta es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación (personas, materiales, máquinas y métodos) que persigue mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante del despilfarro. Describe también que el ámbito de aplicación idóneo para el lean manufacturing es la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos, los volúmenes pueden ser grandes, medios o pequeños. Además, indica que un número elevado de referencias de productos a fabricar no es un obstáculo en sí mismo, y la complejidad de las rutas de los productos puede ser una gran oportunidad de mejora.

Para Aranibar (2016), en su investigación “Aplicación de manufactura esbelta, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera”, explica que la implementación de la metodología de manufactura esbelta de forma correcta y completa conlleva al éxito, esta filosofía se para organizaciones de diferentes sectores económicos con realidades diferentes. La manufactura esbelta comprende un conjunto de técnicas, cuyo objetivos es el mejoramiento de los procesos productivos a mediante de la eliminación y/o reducción de todo tipo de desperdicio. En el estudio citado concluye que se obtuvo un incremento del 100 % de la productividad al duplicarse el flujo de producción en la fase inicial, y que los conocimientos y herramientas del Lean Manufacturing convierten en verdaderos agentes de cambio a las Organizaciones.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Proceso**

Un proceso es cualquier actividad o conjunto de actividades con inicio y fin, que transforman entradas (inputs) en salidas (outputs) para obtener un bien o servicio específico que sea valorado por el usuario. La función principal de un proceso radica en la producción de bienes y/o servicios para satisfacer a los clientes y alcanzar los objetivos institucionales (Chaluisa, 2021).

Desde la síntesis de la visión sistémica proceso es una totalidad que cumple un objetivo útil a la organización y que agrega valor al cliente (Bravo, 2011)

### **2.2.2. Proceso administrativo**

Es un conjunto de fases o pasos a adoptar que permiten solucionar un problema administrativo, donde se encuentran asuntos de organización, dirección y control, para resolverlos se debe contar con una buena planeación, un estudio previo y tener los objetivos bien claros para poder hacer del proceso lo más fluido posible (Chaluisa, 2021).

### **2.2.3. Análisis de procesos**

El análisis de procesos es la documentación detallada y la comprensión de cómo se realiza el trabajo y cómo se puede rediseñar. Comienza con la identificación de nuevas oportunidades de mejora y finaliza con la implementación del proceso revisado (Ortiz, 2018).

**Paso 1: Identificación de oportunidades.** – En el proceso de la identificación de oportunidades, la gerencia debe considerar y estar atenta a los cuatro procesos centrales: relación con los proveedores, mejora de los servicios y desarrollo de productos, conjunto de pedidos y relación con sus clientes (Ortiz, 2018).

**Paso 2: Definición del alcance.** – En este paso se establecen los términos del proceso a evaluar. La definición del alcance de un proceso se considerará muy extenso o muy restringido (Ortiz, 2018).

**Paso 3: Documentación del proceso.** - Documentar incluye la elaboración de una lista de los proveedores (internos o externos), materias primas, productos en proceso y clientes (internos o externos) del proceso (Ortiz, 2018).

**Paso 4: Evaluación del desempeño.** – Las organizaciones deben implementar buenos procesos para medir y evaluar el desempeño de un proceso, y encontrar cómo mejorarlo (Ortiz, 2018).

**Paso 5: Rediseño del proceso.** – En este paso el responsable de diseño debe encontrar las causas principales y originales del bajo desempeño del proceso y plantear la mejora posible (Ortiz, 2018).

**Paso 6: Implementación de los Cambios.** – Implementar va más allá que establecer un plan y ejecutarlo, algunos procesos se rediseñan de manera eficaz, pero rara vez se implementan, las personas a veces se resisten al cambio (Ortiz, 2018).

## **2.2.4. Gestión de Procesos**

La administración de procesos es una disciplina de administración que ayuda a la dirección de la compañía a detectar, representar, diseñar, formalizar, mantener el control de, mejorar y hacer más productivos los procesos de la organización para poder hacer la confianza del comprador. La táctica de la organización aporta las definiciones elementales en un entorno de vasta colaboración de todos sus miembros, donde los especialistas en procesos son facilitadores (Bravo, 2011).

### **2.2.4.1. Objetivo de la gestión de procesos**

El gran objetivo de la administración de procesos es incrementar la productividad en las empresas. La productividad estima la eficiencia y añadir costo para el comprador. En cualquier organización con los procesos bien administrados, tienen la posibilidad de mirar las próximas prácticas: (Bravo, 2011).

- El cliente es considerado en primer lugar.
- La finalidad es importante, el para qué de su existencia y del trabajo a realizar para la obtención de resultados exitosos.
- Deben satisfacer las necesidades de los clientes internos, como son la dirección, los partícipes del proceso y los usuarios.
- Los partícipes del proceso se deben sensibilizar, comprometer, entrenar, motivar y empoderar.
- La responsabilidad social se debe incorporar al sistema, de la misma forma la figura del responsable del proceso en el nivel gerencial.
- Conseguir que las cosas se hagan bien, con el fin de la continuidad de las operaciones.
- La productividad del proceso debe alinearse a los incentivos planteados por la empresa, lo que proporciona que las personas cambien y se encuentren motivadas.
- La dirección de la empresa debe comprometerse con la administración de los procesos y considerar en su presupuesto el recurso económico ideal y necesario para conseguir el cambio (Bravo, 2011).

Además, sus procesos son:

- Sólidos, con resultados constantes y cumpliendo los estándares de calidad de sus productos y de la productividad esperada.

- Eficaces y eficientes, además se controlan y se hace seguimiento a través de indicadores.
- Competitivos, se deben comparar para lograr niveles de perfección de clase mundial.
- Planteados para conseguir ser mejores en sus prácticas operacionales.
- Rediseñados de manera sistemática.
- Mejorados continuamente (Bravo, 2011).

### **2.2.5. Administración de operaciones**

El término administración de operaciones se refiere al diseño, dirección y control sistemáticos de los procesos que transforman los insumos en servicios y productos para los clientes internos y externos. En términos generales, la administración de operaciones está presente en todos los departamentos de una empresa porque en ellos se llevan a cabo muchos procesos. (Krajewski et al. 2008)

### **2.2.6. Estrategia de operaciones**

La estrategia de operaciones se encarga de implantar las políticas y planes en general para usar los recursos de una organización, y debería estar incorporada a la táctica corporativa. Un plan de operaciones se fundamenta en la manera de organización de los procesos y funcionamiento de los recursos, por medio de la aplicación de planes que generen resultados eficaces y mejoren la competitividad de la organización (Ortiz, 2018).

### **2.2.7. Sistemas esbeltos**

Son sistemas operacionales que maximizan el costo añadido de todas las actividades de una organización, por medio de la reducción de los recursos innecesarios y la eliminación de los retrasos en las operaciones (Ortiz, 2018).

### **2.2.8. Manufactura esbelta**

La manufactura esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. La manufactura esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de

Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyota entre algunos (Díaz, 2009)

El sistema de manufactura esbelta se ha definido como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- Mejora continua: Kaizen
- La mejora consistente de Productividad y Calidad (Díaz, 2009)

Manufactura esbelta es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. (Ortiz, 2018)

Es una metodología que busca infatigablemente dar el más grande valor añadido viable a sus consumidores, con procesos libres de desechos en cada una de las áreas de la empresa, estableciendo una cultura de aprendizaje y mejoramiento continuo, donde su personal y colaboradores son elementos claves para lograr triunfos en el largo plazo (Altamirano, 2018).

### **2.2.9. Objetivos de la manufactura esbelta**

Los principales objetivos de la manufactura esbelta es implantar una filosofía de mejora continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad (Díaz, 2009).

La manufactura esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida; específicamente la manufactura esbelta:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción
- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados

- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad (Díaz, 2009)

### **2.2.10. Principios del lean manufacturing**

Entre los principales principios de la manufactura esbelta tenemos:

- a) Descripción de valor desde el enfoque del Cliente.
- b) Mapeo de los procesos de producción y/o servicios.
- c) Establecer flujos en los distintos procesos.
- d) Halar la producción.
- e) Búsqueda de la excelencia mediante el mejoramiento continuo.

La implementación disciplinada, comprometida y eficazmente encabezada de dichos principios, ocasionalmente conduce a las empresas hacia la conversión en organizaciones esbeltas y a la obtención de excelentes beneficios en términos de eficiencia operacional y ventajas competitivas (Altamirano, 2018).

### **2.2.11. Las tres Ms**

El Lean Manufacturing se fundamenta en el modelo de producción Toyota, este busca identificar y reducir y/o eliminar las 3Ms en las distintas fases de los procesos a optimizar (Ortiz, 2018).

**Muda / Desperdicio:** Es toda operación que no agrega ningún tipo de valor al producto y/o servicio. Por ejemplo la rectificación de defectos (reprocesos), el transporte o la espera y la sobreproducción (Ortiz, 2018).

**Mura / Irregularidad:** Es todo desequilibrio que se presenta en la producción, por ejemplo, las cantidades de producción irregulares o la planificación de la producción cambiante. Esto ocasiona problemas de planificación y control (Ortiz, 2018).

**Muri / Exceso:** Son escenarios que hacen que las maquinarias o la mano de obra lleguen al límite. Genera problemas a título personal, daños en los equipos de producción y como resultado la disminución de la calidad de los productos (Ortiz, 2018).

## **2.2.12. Desperdicios**

Los desperdicios aparecen en cualquier proceso, estos pueden ser: inventarios excesivos y almacenamiento inadecuado, transporte no necesario, actividades operacionales duplicadas o no planificadas, producción excesiva, tiempos de espera o errores en los productos (Ortiz, 2018).

### **2.2.12.1. Los siete desperdicios**

Taiichi Ohno, explica que desperdicio es todo lo que directamente no añade valor al producto final o que no aporta a la elaboración de los productos, esto es lo que intenta eliminar la filosofía de administración Lean. Jim Womack manifiesta que la forma eficaz de reconocer los desperdicios en una organización es comprendiendo lo que significa el valor para la empresa (Ortiz, 2018).

Los siete desperdicios implican el 95 % del tiempo total de un proceso que no se añade valor al producto, en este sentido, se debe reducir y/o separar todo lo que no agrega valor y que el cliente no va a pagar (Ortiz, 2018).

**Desperdicio por movimientos:** Esto se da porque en los

procesos de producción y/o servicio, en los diferentes departamentos de la empresa, el talento humano debe hacer excesivas actividades para coger las partes productivas, herramientas, o ejecutar excesivos movimientos de un lugar a otro para ejecutar su operación (Díaz del Castillo, 2009)

- Distribución y ordenación de los puestos de trabajo deficientes.
- Dimensión de las tareas mal balanceadas.
- Industria visual no implementada.
- Estandarización de tareas y actividades no realizadas.

**Desperdicio por transportación:** Demasiados movimientos en el transporte de materiales, entre puestos de trabajo, departamentos de producción, bodegas, etc. (Díaz del Catillo, 2009).

- Extensas distancias entre procesos o áreas de trabajo.
- Extensas distancias entre áreas de almacenamiento en proceso y terminados.
- Los proveedores de materiales sin rutas y sin programas de aprovisionamiento.

- Áreas de almacenamiento en las secciones de producción o fuera de ellas.
- Trayectos excesivos entre las áreas de recepción de material y las áreas de los usuarios.
- Control y gestión de inventarios excesivos.

**Desperdicio por corrección:** Todo reproceso, arreglo o regeneración que se haga al producto debido a problemas de calidad; así mismo la inspección excesiva como efecto de evitar problemas en lugar de su eliminación (Díaz del Castillo, 2009).

- Deficiente retroalimentación sobre los problemas de calidad que se presentan.
- Sobre inspección, en la recepción de materiales, en las áreas de trabajo o fuera de las áreas de trabajo.
- Los reprocesos son vistos como procesos aceptables dentro de las operaciones.
- Mecanismos a prueba de errores con poca efectividad.
- Trabajo realizado no estandarizado, lo que genera una excesiva variabilidad en el proceso.
- Ineficaz mantenimiento a los equipos y/o herramientas.

**Desperdicio por inventario:** Demasiado materias primas productivas y materias primas industriales (Díaz del Castillo, 2009).

- Concepción de producir en masa, baches o excesivos subensambles entre las áreas de trabajo.
- Despachos poco eficientes de materias primas, ensambles o subensambles internos y externos.
- Los planes de producción no se coordinan entre responsables de cada proceso.
- La fábrica visual no es utilizada para realizar el respectivo control del proceso, por ejemplo: mínimos y máximos; marcación de las áreas de trabajo, flujos de proceso, etc.

**Desperdicio por espera:** Son los tiempos muertos entre procesos y/o áreas de trabajo (Díaz del Castillo, 2009).

- Espera para la recepción de soporte por inconvenientes en las máquinas, información y/o materias primas.
- Inefectividad del equipo y excesivas paralizaciones de los equipos y maquinarias.
- Contenidos de las tareas y actividades no balanceadas.
- Reuniones sin disciplina.

**Desperdicio por sobre procesamiento:** Es cuando se fabrica o produce más de lo especificado en los planes o programaciones de la producción (Díaz del Castillo, 2009).

- El estándar de producción no es conocido o no es entendible para la mano de obra. Por Ejemplo: colocar más sello de lo solicitado, soldar donde no es necesario hacerlo, pintar áreas que no establecidas, ensamblar componentes no requeridos, exceso de inspecciones de características que no son relevantes para los clientes, etc.
- La planificación de producción no se conoce o no es entendible para el personal operativo. Por ejemplo: provisión materias primas más de lo requerido, almacenamiento de materiales en lugares no requeridos, ocupación de equipos más de lo necesario.
- Inexistentes ayudas visuales como soporte al personal operativo.
- El concepto "Más es Mejor" es usado a diario.

**Desperdicio por sobreproducción:** Hacer más de lo requerido por el siguiente proceso. Entregar más pronto de lo requerido por el siguiente proceso. Hacerlo más rápido de lo requerido por el siguiente proceso (Díaz del Castillo, 2009).

- Pérdidas por operaciones o equipos "Cuello de Botella".
- Se produce por lotes y no por secuencia.
- Se descarga/surte por "críticos" y no por requerimientos.
- Búsqueda de subensamble, materiales no almacenados o perdidos.

- Exceso de subensamble como indisciplina al NO Cumplimiento del "Bell ti Bell".

## 2.2.13. Herramientas de la manufactura esbelta

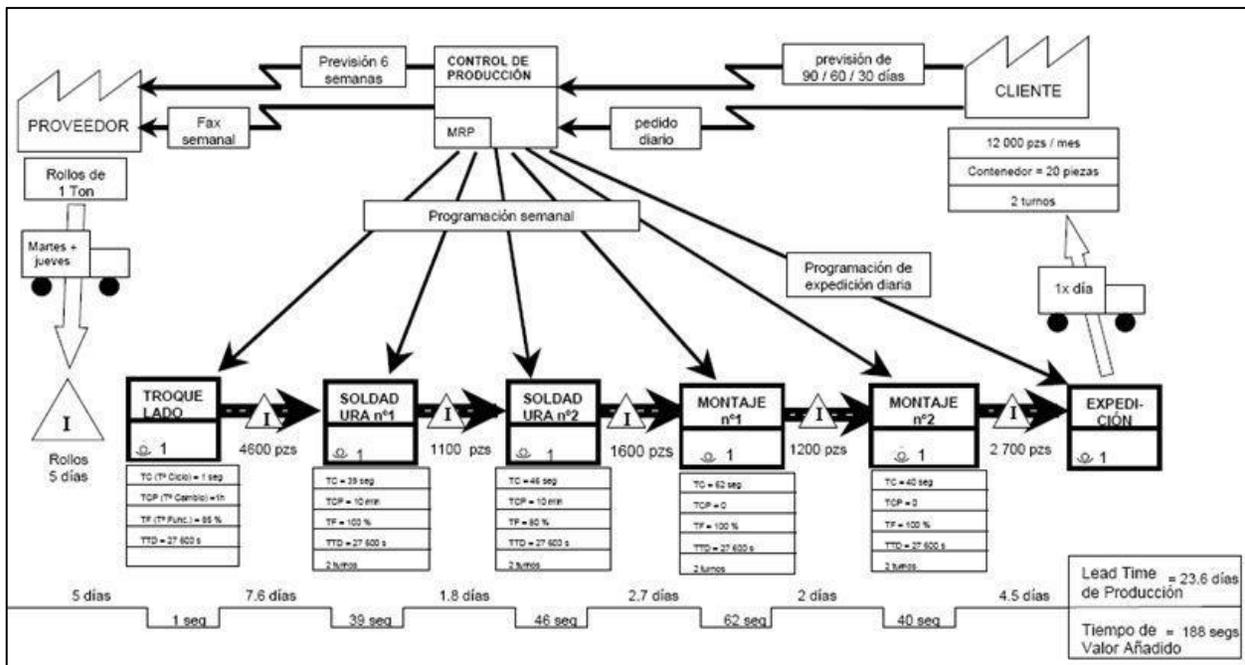
### 2.2.13.1. Herramientas de diagnóstico

#### ➤ VSM (Value Stream Mapping)

Es una herramienta de manufactura esbelta que posibilita a los usuarios evaluar la cadena de valor de un producto u organización, y distinguir visualmente qué actividades agregan y no agregan valor. El mapa de flujo de valor describe mediante un gráfico no solo las tareas y actividades de los procesos, sino también el flujo de materiales e información, la relación que existe de los suplidores con la cadena de valor, y las especificaciones y necesidades de los clientes (Quesada et al., 2013, citado por Ortiz, 2018).

El Mapeo de flujo de valor es una técnica que a través de íconos y gráficos se describe en una sola figura el orden y el flujo de materiales e información de todos los elementos de sub-ensambles en la cadena de valor que incluye manufactura, suplidores y disposición al cliente (Ortiz, 2018).

**Figura 1.** Ejemplo Value Stream Mapping



Nota: Extraído de <https://www.cursos/estrategia/lean-manufacturing/analisis-de-la-cadena-de-valor/vsm-l20010>

### 2.2.13.2. Herramientas operativas

#### ➤ Las 5 S's

Las 5 S's es una metodología que se utiliza para optimizar las condiciones de un lugar de trabajo, que facilita el mejoramiento de la calidad y seguridad, la reducción de las averías, reducción de los tiempos para cambios (*muda*) y su variación (*mura*) al situar de manera correcta las herramientas idóneas para generar el cambio, reducción del tiempo estándar de ciclo de los procesos y su variación (*mura*) al situar de forma correcta las herramientas y utensilios correctos para ejecutar el ciclo de trabajo. (Madariaga, 2013, citado por Ortiz, 2018)

Los japoneses le dieron cinco S debido a que se relacionan a las iniciales de 5 palabras japonesas que mencionan el nombre de las 5 fases de las que se compone esta filosofía (Ortiz, 2018).

**1. Seiri: Despejar.** - Es el primer paso que se da y consiste en realizar una identificación de todos los elementos necesarios para el desempeño de las tareas y separarlos de los que son innecesarios y eliminar estos últimos (Ortiz, 2018).

**2. Seiton: Orden.** – Luego que se despeja el lugar de trabajo con los elementos mínimos y necesarios, se ordena, de tal manera que sea fácil de encontrar y manejar. “*Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar*” (Ortiz, 2018).

**3. Seiso: Limpieza y mantenimiento.** – La mayoría de las averías en los equipos y maquinarias se producen por la presencia de partículas de polvo y suciedad en las partes móviles o por una inadecuada lubricación y/o mantenimiento (Ortiz, 2018).

**4. Seiketsu: Normalizar.** - No es suficiente con desocupar, disponer y asear por una sola vez. Para que un modelo funcione sistemáticamente se tiene que continuar trabajando de manera continua diariamente con la cultura de orden y limpieza, en este sentido es necesario la existencia de procedimientos que describan la frecuencia de implementar y aplicar las tres primeras S y además qué colaboradores estarán implicadas en ese proceso (Ortiz, 2018).

**5. Shitsuke: Disciplina.** -Es Evidente que esta filosofía no sería posible aplicarla sin la total participación y convicción del talento humano que integra una organización. Esta disciplina

requiere autodisciplina, posteriormente se convertirá en otra actividad más dentro de las que se realizan diariamente en un ambiente de trabajo de calidad (Ortiz, 2018).

### **Beneficio de las 5 S's**

Las cinco S mejoran el control visual de los procesos y estandarizan de manera óptima los puestos de trabajo. El objetivo es minimizar los desperdicios y aspectos innecesarios, optimizando así, la generación de valor en los productos y/o servicios, todos estos aportes mejoran la calidad, la productividad, y previenen los riesgos (Aldavert et al., 2016, citado por Ortiz, 2018).

#### ➤ **SMED (Single-Minute Exchange of Die)**

SMED es el acrónimo de "*Single-Minute Exchange of Dies*", que enuncia que los cambios de formatos o herramientas requeridos para cambiar de un lote a otro, se puede realizar en un tiempo menor a 10 minutos (Espín, 2013, citado por Ortiz, 2018).

El SMED "*Single-Minute Exchange of Die*, es decir, cambio de herramienta en un solo dígito de minutos", es una técnica de mejoramiento continuo que permite minimizar los tiempos de cambio de herramientas de manera considerable, lo que se convierte en un aumento de flexibilidad, productividad y eficiencia (Espín, 2013, citado por Ortiz, 2018).

**1. Observar y comprender el proceso de cambio de lote.** -El proceso de cambiar un lote fluye desde el último elemento correcto del lote anterior hasta el primer elemento correcto del lote siguiente (Espín, 2013, citado por Ortiz, 2018).

**2. Identificar y separar las operaciones internas y externas.** -Las operaciones internas son aquellas que se deben realizar cuando la máquina se encuentra parada. Las operaciones externas son las que se pueden realizar con la máquina funcionando (Espín, 2013, citado por Ortiz, 2018).

**3. Convertir las operaciones internas en externas.** - En esta fase las operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo de cambio, reduciéndose el tiempo invertido en dicho cambio (Espín, 2013, citado por Ortiz, 2018).

**4. Depurar todos los aspectos de la preparación.** - Este punto busca el mejoramiento de todas las operaciones, internas como externas, esto con el propósito de minimizar al máximo los tiempos utilizados en los cambios y preparación de la máquina (Espín, 2013, citado por Ortiz, 2018).

**5. Estandarizar el nuevo procedimiento.** - La última fase busca mantener en el tiempo la nueva metodología desarrollada. Para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo, que puede incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vídeo (Espín, 2013, citado por Ortiz, 2018).

(Gil et al., 2012, citado por Ortiz, 2018) describen también que las fases a seguir para la implementación de la metodología SMED se aprecian en la tabla 1:

**Tabla 1.** Etapas de la metodología SMED

	<p><b>Elegir el problema</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el cambio de útiles</li> <li>- Designar el grupo de trabajo</li> <li>- Planificar las fechas de las reuniones</li> </ul>
<b>Preparar</b>	<p><b>Observar la situación actual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grabar y asignar las tareas de visualización</li> <li>- Descomponer el cambio de útiles</li> <li>- Separar las operaciones internas y externas</li> </ul>
	<p><b>Analizar las causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar las funciones reales de cada operario</li> </ul>
	<p><b>Proponer mejoras</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proponer ideas para transformar las operaciones internas en externas</li> <li>- Proponer ideas para racionalizar las operaciones internas restantes</li> <li>- Proponer ideas para racionalizar las operaciones externas</li> </ul>
<b>Desarrollar</b>	<p><b>Aplicar las mejoras</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer un plan de acciones detallado</li> <li>- Realizar las mejoras técnicas</li> <li>- Escribir el procedimiento provisional del cambio rápido de útiles</li> </ul>
<b>Comprobar</b>	<p><b>Verificar los resultados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un cambio rápido de útiles siguiendo el procedimiento provisional</li> <li>- Medir el tiempo real del nuevo cambio de útiles</li> </ul>
<b>Asegurar</b>	<p><b>Establecer las reglas de trabajo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escribir el procedimiento definitivo del cambio rápido de útiles</li> <li>- Asegurar la formación del personal</li> <li>- Organizar el seguimiento</li> </ul>
	<p><b>Dar continuidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar otros trabajos en el marco del plan de mejora</li> </ul>

**Fuente:** (Gil et al., 2012) - <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3955720>

## ➤ **TPM (Total Productive Maintenance)**

El TPM es una filosofía de fabricación innovadora, diseñada para maximizar la eficiencia de los sistemas de producción, mediante la eliminación de las pérdidas en toda su vida, a través de la intervención y motivación de toda la fuerza de trabajo, haciendo que se involucre y participe todo el talento humano de la organización, desde la alta dirección hasta el personal operativo de la planta, fomentando principalmente el mantenimiento autónomo del personal operativo mediante actividades diarias que implican a toda la empresa, se define al TPM como un enfoque y nueva actitud hacia el mantenimiento (Susuki, 2017).

### **Pilares del TPM**

Para (Jain et al. 2015), los pilares del TPM son:

**Mejora de equipos y procesos:** Enfoque claro de la mejora deseada en los procesos.

**Mantenimiento autónomo:** Consiste en la razón de la filosofía TPM, autogestión y control.

**Mantenimiento planificado:** Planificar y controlar de manera efectiva el mantenimiento, con planificaciones diarias y planificaciones de paradas.

**Relaciones personales:** Mejoran las habilidades técnicas y de administración del personal de mantenimiento, mediante la educación y la capacitación.

**Manejo temprano de nuevo equipo:** Asistencia al talento humano del área de mantenimiento desde la creación de nuevos proyectos o adquisiciones.

**Gestión de la calidad del proceso:** Establecimiento de un programa cero defectos.

**TPM en la oficina:** Eficiencia y participación de la gestión del programa TPM.

## ➤ **Kanban**

Es una técnica de gestión de producción basada en un sistema pull (halar) que se fundamentan en la autogestión de los procesos, eliminando la programación centralizada. Se produce y transporta lo que se demanda en los procesos consumidores, manteniendo en rotación sólo aquellas cantidades que garantizan la continuidad del consumo. Cuando se interrumpe el consumo se

detiene la producción. Con la metodología Kanban se reduce el sistema de información, ya que no se requiere elaborar el plan detallado para la subdivisión productiva o para cada proceso. En su lugar, basta con informar a la línea de montaje final o proceso terminal. Esto puede expresarse como: “El proceso siguiente retira las piezas (trabajo) del proceso anterior” (Acevedo et al. 2001).

De manera habitual se describen dos formas para implementar este sistema: Kanban Simple (individual) o Kanban Doble. Ambas formas utilizan tarjetas para controlar el flujo de materiales en las áreas de trabajo. La diferencia básica entre ambas formas consiste en el proceso de transporte entre áreas de trabajo, que supone es instantáneo en el Kanban Simple y controlado por tarjetas en el Kanban Doble (González et al., 2010, citado por Ortiz, 2018).

Para (Arango et al., 2015), la metodología Kanban está basada en un conjunto de seis reglas, las cuales se presentan en la tabla 2. Además, manifiestan que, en el desarrollo de este tipo de técnicas, es muy común ver adheridas tarjetas (o simplemente tarjetas de tareas) en un tablero o en una pared, las cuales son conocidas como “Tareas Kanban”.

**Tabla 2.** Reglas de la metodología KANBAN

<b>Reglas</b>	<b>Descripción</b>
Regla 1	No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes
Regla 2	Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario
Regla 3	Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsecuente
Regla 4	Balancear la producción.
Regla 5	Kanban es un medio para evitar especulaciones
Regla 6	Estabilizar y racionalizar el proceso.

**Nota:** Extraído de Arango, M.; Campuzano, Luis & Zapata, J. (2015), Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. Revista Ingenierías. Universidad de Medellín. 14(27). 221-234. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v14n27/v14n27a14.pdf>

### **2.2.13.3. Herramientas de seguimiento**

#### **➤ Gestión visual**

Es una herramienta que utiliza el control y comunicación visual, tiene como propósito facilitar a todos los colaboradores de la organización la comprensión de la situación del sistema y del avance de las acciones de mejoramiento (Ortiz, 2018).

### ➤ **KPI's (Key Performance Indicator)**

Son indicadores claves de desempeño o capacidad, son concluyentes para evaluar de manera rápida la eficiencia y efectividad del proceso, estos indicadores permiten la toma de decisiones, utilizando estos indicadores se comunican a todas las personas cuáles son los elementos primordiales sobre los que se fundamenta la estrategia de la empresa, considerándolas en común estas cifras podrán tener Feedback inmediato sobre el cumplimiento de la misión de la empresa (Álvarez, 2013, citado por Ortiz, 2018).

- **Válidos y confiables:** Deben medir lo que quiere medir y de manera sistemática, además deben mostrar muy baja variabilidad debido a la subjetividad.
- **Oportunos:** Deben recoger y distribuir de manera rápida, y de manera el proceso de toma de decisiones tenga valor.
- **Comprensibles:** Cada medición debe tener un significado evidente e indiscutible.
- **Resistentes a comportamientos indeseados:** Se deben monitorizar los resultados en sus diversas dimensiones, sin considerar los comportamientos indeseados.
- **Integrales:** Deben considerar las dimensiones más importantes del desempeño.
- **No redundantes:** Deben limitar la excesiva información, evitar la utilización de dos medidas que se digan lo mismo respecto al desempeño. Cada medida debe aportar algo diferente.
- **Sensibles a los costos de recolección de datos:** Las mejores alternativas entre las posibles opciones deben incluirse en los indicadores.
- **Concentrados en la esfera de influencia:** ponen el énfasis en resultados y facetas del desempeño susceptibles de ser modificadas por acciones en las que no se puede tener influencia directa (Morales, 2013, citado por Ortiz, 2018).

### ➤ **Heijunka (Producción nivelada)**

Heijunka, o producción nivelada, es una técnica que ajusta la producción a la demanda fluctuante del comprador, conectando toda la cadena de costo a partir de los proveedores hasta los consumidores. La iniciativa es generar lotes pequeños de varios modelos, libres de cualquier defecto, en periodos cortos de tiempo con cambios rápidos, en vez de realizar lotes monumentales de un modelo luego de otro. Entre las metas de esta técnica se puede nombrar (Rajadell & Sánchez, 2010, citado por Ortiz, 2018):

### ➤ **Procesos estables y estandarizados**

La estandarización de las operaciones es el procedimiento de trabajo por el que se borra la variabilidad, desperdicio y el desequilibrio, llevando a cabo las operaciones con más facilidad, velocidad y menor precio teniendo constantemente como prioridad la estabilidad, asegurando la plena Satisfacción de los Consumidores; hacer constantemente lo mismo de la misma forma (González, 2007, citado por Ortiz, 2018), se pueden obtener los siguientes beneficios:

**1. Calidad.** – Se reducen los defectos, manteniendo el mismo nivel de calidad. Se agiliza el proceso de mejora de las operaciones mediante la observación diaria. Aclara las fallas de la operación.

**2. Costo.** - Permite observar y eliminar la variación, el desperdicio e inestabilidad del proceso. Se mejora la elaboración del balanceo de líneas de producción. Permite eliminar faltantes originados por la mano de obra. Se disminuyen los costos por material dañado. Mejora la productividad y competitividad al mantener los niveles de calidad. Facilita el aprendizaje del talento humano.

**3. Cumplimiento.** – Es asegurar la entrega de la producción al proceso siguiente. Al eliminar los faltantes y defectos, el flujo en la producción está garantizado.

**4. Seguridad.**- Se reducen los accidentes, los actos inseguros se minimizan (González, 2007, citado por Ortiz, 2018)

### ➤ **Kaizen (Mejora continua)**

Es un mecanismo penetrante de actividades continuas, donde las personas involucradas juegan un rol explícito, para identificar y asegurar impactos o mejoras que contribuyen a las metas organizacionales El Kaizen se debe entender como una filosofía de gestión que genera cambios o pequeñas mejoras incrementales en el método de trabajo (o procesos de trabajo) que permite reducir despilfarros y por consecuencia mejorar el rendimiento del trabajo, llevando a la organización a una espiral de innovación incremental (Suárez, 2007).

La práctica del Kaizen requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los

métodos de trabajo por operación. Además, Kaizen también se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como “muda” (Atehortua & Restrepo, 2010).

### **Principios fundamentales del Kaizen**

Para la implementación de la filosofía kaizen o mejora continua, deben aplicarse como mínimo cuatro principios fundamentales (Morgoth99, 2013, citado por Salazar, 2019), estos son:

- **Optimización de los recursos actuales:** La tendencia de las empresas que pretenden conseguir una optimización es a dotarse de nuevos recursos. Para llevar a cabo Kaizen el primer paso se apoya en un estudio profundo del nivel de implementación de los recursos recientes, de igual modo que se buscan alternativas para mejorar la utilización y el manejo de estos.
- **Rapidez para la implementación de soluciones:** Sí las resoluciones a los inconvenientes que se han reconocido se fijan a plazos largos de ejecución, no estamos practicando Kaizen. Un inicio principal del Kaizen es la de reducir los procesos burocráticos de estudio y autorización de resoluciones; en caso de que los inconvenientes sean de sustantiva dificultad, Kaizen sugiere desgranar el problema en pequeños hitos de simple solución
- **Criterio de bajo o nulo costo:** El Kaizen es una filosofía de mínima inversión que complementa la innovación, de ni una forma estimula que un parámetro de administración se mejore por medio de la utilización exhaustivo de capital dejando de lado la optimización continua. Las alternativas de inversión que ofrece se centran en la construcción de mecanismos de colaboración y estímulo del personal.
- **Participación activa del operario en todas las etapas:** Es importante que el operario se vincule de manera activa en cada una de los periodos de las mejoras, incluyendo la planeación, el estudio, la ejecución y el seguimiento. El primer mito que desestima el Kaizen es ese de que «Al operario no se le paga para pensar». Esta filosofía que parece apenas solidaria e incluyente tiene todavía más fundamentos, y se sustenta en que es el operario el mejor sabedor de los inconvenientes atinentes a la operación con la que convive (Salazar, 2019).

### **Pasos para implementar el kaizen**

**Paso 1.** Definir el problema

**Paso 2.** Analizar el escenario actual

**Paso 3.** Evaluar las potenciales causas

**Paso 4.** Implementar la posible solución

**Paso 5.** Verificar los resultados

**Paso 6.** Estandarizar la mejora planteada

**Paso 7.** Establecer futuros planes de Kaizen (Ortiz, 2018).

➤ **Jidoka**

Es una metodología la cual busca que cada proceso tenga su propio autocontrol de calidad (refiriéndose primordialmente a procesos industriales de producción online o a gran escala). Este procedimiento no funciona sólo enmendando una irregularidad puntual, sino que investiga la causa raíz, permitiendo eliminarla y evitando su repetición en el futuro (Jilcha, 2015, citado por Altamirano, 2018).

➤ **Poka-Yoke**

Un Poka-Yoke es una herramienta procedente de Japón que significa “a prueba de errores”. Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones ya sean de ámbito humano o automatizado. Este sistema se puede implantar también para facilitar la detección de errores (Gonzalez & Jimeno, 2012).

**Funciones de los sistemas Poka-Yoke**

El sistema poka-Yoke puede diseñarse para prevenir los errores o para advertir sobre ellos:

▪ **Función control**

En este caso se diseña un sistema para impedir que el error ocurra. Se busca la utilización de formas o colores que diferencien cómo deben realizarse los procesos o como deben encajar las piezas

▪ **Función advertencia**

En este se asume que el error puede llegar a producirse, pero se diseña un dispositivo que reaccione cuando tenga lugar el fallo para advertir al operario de que debe corregirlo. Por ejemplo, esto se puede realizar instalando barreras fotoeléctricas, sensores de presión y alarmas (Morgoth99, 2013, citado por Gonzalez & Jimeno, 2012).

### **Pasos para la aplicación del Poka-Yoke**

1. Control en el origen, cerca de la fuente del problema; por ejemplo, incorporando dispositivos monitores que adviertan los defectos de los materiales o las anomalías del proceso.
2. Establecimiento de mecanismos de control que ataquen diferentes problemas, de tal manera que el operador sepa con certeza qué problema debe eliminar y cómo hacerlo con una perturbación mínima al sistema de operación.
3. Aplicar un enfoque de paso a paso con avances cortos, simplificando los sistemas de control sin perder de vista la factibilidad económica.
4. No debe retardarse la aplicación de mejoras a causa de un exceso de estudios. Aunque el objetivo principal de casi todos los fabricantes es la coincidencia entre los parámetros de diseño y los de producción, muchas de las ideas del Poka-Yoke pueden aplicarse tan pronto como se hayan definido los problemas con poco o ningún costo para la compañía. (Torres et al., 2011)

### ➤ **Takt Time**

El Takt Time es el tiempo necesario para terminar una actividad del proceso de elaboración, el cual permite obtener beneficios, por ejemplo: satisfacción del cliente, reducción de costos, aumento de la capacidad de producción, minimizar los errores en el producto y mantener la competitividad, TAKT es un término alemán que significa “ritmo”; entonces el término Takt Time significa marcar el ritmo de lo que el cliente está requiriendo, a quien la empresa necesita entregar el producto con el objetivo satisfacerlo (Martínez & Colorado, 2015, citado por Ortiz, 2018).

El takt time es la articulación entre el tiempo disponible después de suprimir todos los tiempos de descansos y paradas de máquinas, dividido para la demanda diaria del cliente, como se detalla en la ecuación 1 (Pedraza, 2013, citado por Ortiz, 2013)

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo disponible total}}{\text{Demanda diaria}} \quad [1]$$

### ➤ **Justo a Tiempo (JIT)**

El Justo a Tiempo es una filosofía, en la cual se busca la eliminación de desperdicios, por medio de la logística y producción cuyas características son los bajos inventarios, mayor calidad y servicio al cliente. La manufactura justo a tiempo, es una extensión del concepto original de la administración del flujo de materiales, para reducir los niveles de inventario (Vidal, 2007)

La metodología justo a tiempo es una ideología industrial que en resumen significa fabricar productos estrictamente necesarios, en el tiempo preciso y en las cantidades requeridas: “Hay que comprar o producir solo lo que se necesita y cuando se necesita”. “El JIT es una filosofía que define la forma en que debería gestionarse el sistema de producción”. Es una filosofía o ideología industrial que elimina todo lo que considere desperdicio o despilfarro en los procesos de producción, desde la adquisición de materias primas hasta la distribución del producto final (Ortiz, 2018).

### ➤ **Hoshin Kanri. Método de Planeación Estratégica**

Esta metodología puede ser traducida de diversas maneras: “Administración por Políticas”, “Planeación Hoshin”, “Despliegue de políticas”, o de forma más completa “despliegue de medios para alcanzar los objetivos”. Hoshin en japonés significa metal brillante; brújula o simplemente señalar una dirección; mientras que Kanri significa administración o control (Bocanegra, s/f).

El término Hoshin Kanri tiene cuatro componentes:

- Ho: significa **Dirección**.
- Shin: se refiere a **Foco**.
- Kan: se refiere a la **Alineación**.
- Ri: significa **Razón**. (Martín, 2018)

La dirección Hoshin es una herramienta que integra consistentemente las actividades de todo el personal de la empresa de modo que puedan lograrse metas clave y reaccionar rápidamente ante

cambios en el entorno. Esta disciplina parte de la idea que en toda empresa se enfrentan fuerzas que se orientan en diferentes direcciones, surgiendo entonces el desafío de reorientarlas hacia un mismo objetivo (Yacuzzi, 2005).

### **Objetivos del Hoshin Kanri**

Los objetivos de Hoshin Kanri son:

- Direccionar al talento humano de una empresa hacia los objetivos claves, utilizando medios indirectos por presión directa, instaurando sentimientos de necesidad y convencimiento.
- Unir todas las actividades y tareas, sean rutinarias o de mejoramiento, en función de los objetivos claves de la organización, coordinando todos los esfuerzos y recursos requeridos.
- Realignar de manera efectiva los objetivos y actividades en función de los cambios de entorno.

Del estudio a las metas se desprende que todo trabajo responde a una naturaleza dual, en la cual se alternan la rutina y la innovación. Un factor común entre la rutina y la innovación es la necesidad del trabajo en equipo. Se considera importante que los niveles más altos de la empresa dediquen más tiempo a la creatividad e innovación, y menos tiempo a las actividades de rutina, Hoshin implica fuertemente a la alta dirección y en la utilización de la misma debe existir compromiso total de ésta (Lozano, s/f).

### **Puesta en marcha del Hoshin Kanri.**

La puesta en marcha del Hoshin Kanri se realiza en cuatro pasos (Martín, 2018):

- a. **El primer paso** radica en instaurar cinco puntos clave que conforman la planificación estratégica: objetivo, meta, estrategia, indicador y responsable. Esta planificación debe realizarse bien para seleccionar solo lo primordial (Martín, 2018).
- b. **El segundo paso** se basa en desarrollar tácticas que servirán de objetivos intermedios para cada equipo. Conjuntamente, los trabajadores y los responsables del área establecerán los planes de acción encaminados a cumplir los objetivos. Para asegurar que todos los participantes comparten y conocen la estrategia, se utiliza el catchball. Este anglicismo se refiere a recoger la pelota y devolvérsela a quien la ha enviado, un flujo bidireccional de información que asegura que los KPI utilizados son los correctos.

- c. **En el tercer paso** se consigue a la acción, poniendo en práctica la planificación y actuación de cada equipo. En esta etapa se utiliza también el catchball para que la táctica y la estrategia estén alineadas. En este paso los objetivos se transforman en resultados, el espacio denominado gemba, en japonés, el lugar real donde se produce la acción (Martín, 2018).
- **En el cuarto y último paso** se trata de revisar y ajustar, indistintamente que durante el desarrollo del proceso debe hacerse periódicamente. Este ajuste se debe realizarlo prestando atención a los indicadores, en este sentido se debe comprender que este paso no es una consecuencia de los anteriores, sino que se desarrolla de manera simultánea (Martín, 2018).

## CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

### 3.1. Enfoque metodológico

El proyecto de titulación es de tipo cuali-cuantitativo, en primer lugar, se recogió información de distintas fuentes de consultas como fueron textos electrónicos, páginas web e investigaciones que tienen relación al tema en desarrollo, ya que reforzó para la elaboración del marco teórico; luego se obtuvo datos numéricos que indican el mejoramiento del proceso de producción de maquinarias y equipos industriales, mediante la eliminación de los desperdicios según el sistema de manufactura esbelta.

La información se obtuvo mediante las mediciones a los procesos, y a través de los diagramas de flujos de procesos se identificaron las actividades que no generan valor desde el aprovisionamiento de los inputs hasta la entrega de los equipos y maquinarias a los clientes. Además, entre la información que se obtuvo se encontró el tiempo estándar de fabricación, tiempo de valor agregado, número de personas, tiempos disponibles, plazo de entrega del producto, inventario, etc.

En la empresa WILPAC existe varios procesos acordes a los tipos de equipos y maquinarias que se fabrican para el sector industrial y agroindustrial. Para el estudio se realizó una selección entre los productos, es decir aquel en el que participan actividades parecidas de procesos en maquinarias comunes; la selección del producto a estudiar se realizó de la siguiente manera:

Se consideraron 4 aspectos de acorde al criterio de los investigadores según se detalla a continuación:

- a. **Costo del Producto:** El valor respecto al costo de producción (insumos, mano de obra, etc.) necesario para la fabricación de las maquinarias agroindustriales.
- b. **Demanda anual:** Cantidad de maquinarias y equipos que los clientes solicitan en el año.
- c. **Tiempo proyectado para la producción:** Es el tiempo proyectado para producir un equipo o maquinaria desde la emisión de la orden de materiales a la bodega, hasta obtener el producto terminado.
- d. **Cantidad de actividades que participan:** Es el número de actividades que intervienen en la fabricación de cada máquina producida en la empresa WILPAC.

En conjunto con la jefatura de producción y las observaciones realizadas de parte de los investigadores, por cada aspecto se estableció un peso respectivo, siendo la valoración más alta el aspecto de más jerarquía, según se detalla en la tabla 3.

**Tabla 3.** Ponderación de aspectos para la toma de decisión

<b>Aspectos</b>	<b>Ponderación</b>
Costo del producto	10
Demanda anual	8
Tiempo proyectado para la producción	7
Cantidad de actividades que participan	6

Nota: Elaborado por autores

Para valorar cada una de las alternativas frente a los aspectos de decisión que se establecieron, se asignó una escala de calificación sobre 5 puntos de la siguiente manera:

- a.** 5 puntos = alto
- b.** 4 puntos = sobre el promedio
- c.** 3 puntos = promedio
- d.** 2 puntos = debajo del promedio
- e.** 1 punto = bajo.

En la tabla 4 se detalla los valores establecidos para aspecto de decisión en cada una de las maquinarias que se producen en WILPAC:

**Tabla 4.** Valoración de alternativas

<b>Alternativas / Maquinarias agroindustriales que se producen</b>	<b>Costo del producto</b>	<b>Demanda anual</b>	<b>Tiempo proyectado para la producción</b>	<b>Cantidad de actividades que participan</b>
Secadoras rectangulares 10 - 50 qq	Sobre el promedio (4 puntos)	Promedio (3 puntos)	Sobre el promedio (4 puntos)	Promedio (3 puntos)
Silos	Alto (5 puntos)	Promedio (3 puntos)	Sobre el promedio (4 puntos)	Debajo del promedio (2 puntos)
Tolvas	Alto (5 puntos)	Sobre el promedio (4 puntos)	Sobre el promedio (4 puntos)	Promedio (3 puntos)
Bandas transportadoras	Alto (5 puntos)	Sobre el promedio (4 puntos)	Promedio (3 puntos)	Alto (5 puntos)
Clasificadoras	Alto (5 puntos)	Alto (5 puntos)	Sobre el promedio (4 puntos)	Promedio (3 puntos)
Pre limpiadoras	Alto (5 puntos)	Sobre el promedio (4 puntos)	Sobre el promedio (4 puntos)	Debajo del promedio (2 puntos)
Sistemas de secado y empacado	Sobre el promedio (4 puntos)	Sobre el promedio (4 puntos)	Promedio (3 puntos)	Sobre el promedio (4 puntos)
Despulpadora de cacao	Sobre el promedio (4 puntos)	Promedio (3 puntos)	Alto (5 puntos)	Promedio (3 puntos)

Nota: Elaborado por autores

La evaluación de cada alternativa se realizó multiplicando la ponderación establecida para cada aspecto de decisión por la valoración establecida a cada una de las alternativas (maquinarias que se producen). Los valores obtenidos se detallan en la tabla 5:

**Tabla 5.** Resultado de la valoración de alternativas

<b>Alternativas / Maquinarias agroindustriales que se producen</b>	<b>Costo del producto</b>	<b>Demanda anual</b>	<b>Tiempo proyectado para la producción</b>	<b>Cantidad de actividades que participan</b>	<b>Total</b>
Secadoras rectangulares 10 - 50 qq	40	24	28	18	110
Silos	50	24	28	12	114
Tolvas	50	32	28	18	128
<b>Bandas transportadoras</b>	<b>50</b>	<b>32</b>	<b>21</b>	<b>30</b>	<b>133</b>
Clasificadoras	30	40	28	18	116
Pre limpiadoras	30	32	28	12	102
Sistemas de secado y empacado	40	32	21	24	117
Despulpadora de cacao	40	24	35	18	117

Nota: Elaborado por autores

Con el razonamiento ejecutado, se concluye que la alternativa a seleccionar para la realización del estudio corresponde al proceso de fabricación de la máquina banda transportadora, la cual obtuvo un puntaje de 133; en este sentido para el análisis de la situación respecto a los procesos de producción se consideró el producto en mención.

### **3.2. Tipos de investigación**

La investigación utilizada fue de tipo exploratoria y descriptiva, en primer lugar se logró la comprensión más amplia sobre la metodología que se empleó para plantar de manera correcta el modelo Lean Manufacturing aplicable a la empresa; y en segundo lugar con este estudio se representó el manejo actual de la fabricación de maquinarias y equipos industriales en cada una de las etapas del proceso identificando el talento humano, métodos de trabajo, capacidades de producción, materiales utilizados, tiempos, etc.

### **3.3. Modalidades de investigación**

Las modalidades de investigación desarrolladas fueron bibliográfica y de campo, ya que se profundizó en el mejoramiento de los procesos de fabricación de maquinarias y equipos

industriales a través de un modelo de sistema de manufactura esbelta aplicable en la empresa objeto de estudio; además se estuvo en contacto directo con los procesos de fabricación, esto es donde se generan los problemas, además se obtuvieron la información que apoyaron a cumplir los objetivos planteados en la investigación.

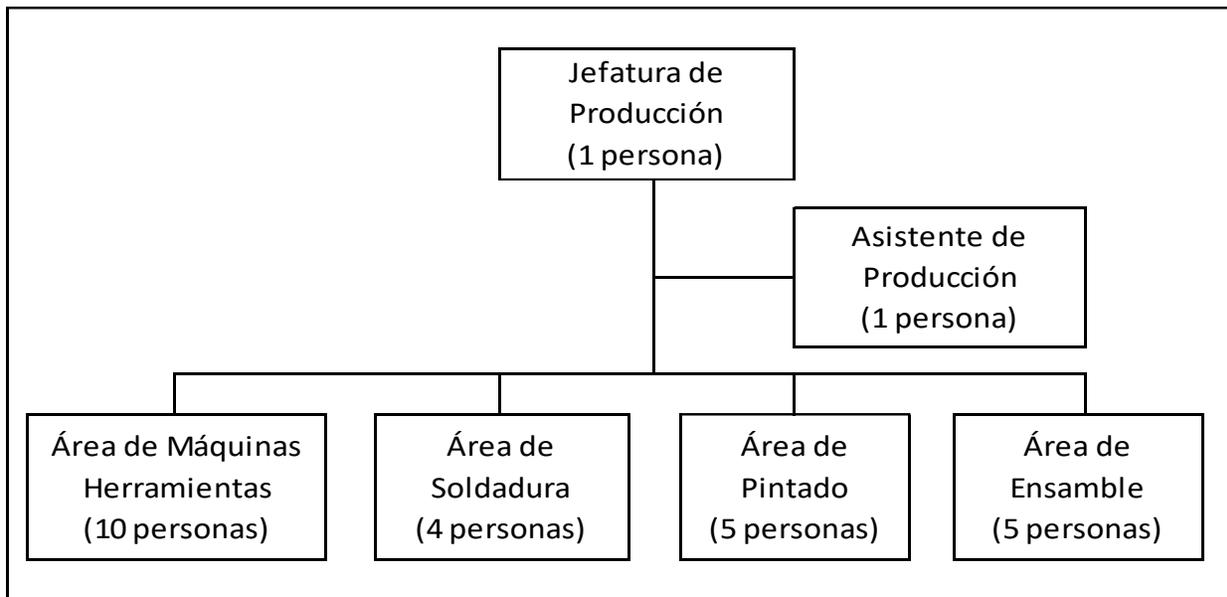
### 3.4. Población y muestra

Para el desarrollo del presente proyecto, la población objeto de estudio estuvo se enfocó en los procesos de la organización, esto definió el orden de las funciones que se efectúan para tener un producto terminado que satisface las necesidades de los clientes de la empresa WIPAC, ya que el objetivo es optimizar el desempeño de los procesos y mejorar los mismos.

Como muestra de la investigación se consideraron los procesos operativos, que respecto al estudio es el proceso de producción de las maquinarias y equipos industriales, en donde se obtuvo información sobre tiempos del ciclo, tiempo del valor agregado, número de personas, tiempo disponible para trabajar, plazos de entrega de los productos, entre otros.

Para el proceso de producción WILPAC cuenta con 26 colaboradores; además, las áreas del proceso de producción se detallan en el siguiente organigrama:

**Figura 2.** Organigrama del área de producción



Nota: Elaborado por autores



### 3.5.2. Mapas o flujos de procesos

Este instrumento permitió analizar el valor que aporta cada una de las actividades que componen el proceso de fabricación de la banda transportadora, y de esta manera se identificó las actividades innecesarias, y con esto reducir tiempos y costos. Para la elaboración del mapa de procesos (flujos de procesos) se utilizó el formato que se detalla en la figura 4.

**Figura 4.** Formato mapa de procesos

Resumen		Flujo Actual		Flujo Propuesto		Tarea:		
		#	Tiempo	#	Tiempo			
○	Operaciones					<b>Personal:</b>		
⇒	Transportes					<b>El diagrama empieza:</b>		
□	Inspecciones					<b>El diagrama termina:</b>		
D	Demoras					<b>Elaborado por:</b>		
▽	Almacenamientos					<b>Fecha:</b>		
<b>Total</b>								
<b>Resumen</b>								
No.	Actividad	○	⇒	□	D	▽	Tiempo	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								

Nota: Elaborado por autores

### 3.5.3. Estudio de tiempos

Se determinó el ritmo de trabajo y el tiempo necesario para el desarrollo de las tareas inmersas en el proceso de producción, para ello se tabuló los tiempos observados durante cada una de las actividades del proceso detalladas en los diagramas de flujos, para ello se utilizó el formato que se detalla en la figura 5.

**Figura 5.** Formato estudio de tiempos

 <b>FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPO</b> 												
Proceso (Tarea)												
Fecha:			Hora inicio:			Hora fin:			Elaborado por:			
ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Tiempo Estándar
<b>Total Ciclo</b>												

Nota: Elaborado por autores

Los tiempos observados y anotados en los diagramas de procesos de la fabricación de la máquina banda transportadora fueron tabulados, se realizaron 10 observaciones a cada actividad. Para ello se consideró el desempeño demostrado por el trabajador en el momento de realizar las actividades y un 20% en tiempos suplementarios y holguras, en la tabla 6 se detallan los suplementos y holguras según lo establecido por la Organización Internacional del Trabajo, la cual se detallan a continuación:

**Tabla 6.** Suplementos y holguras

<b>Suplementos y Holguras</b>		
<b>Holguras Constantes</b>	Personal	5%
	Fatiga Básica	4%
	Por estar Parado	2%
<b>Holguras Variables</b>	Esfuerzo Mental	4%
	Condiciones Atmosféricas	4%
	Monotonía Media	1%
<b>Total Suplementos y Holguras</b>		<b>20%</b>

Niebel y Freivalds (2010)

Se analizaron los distintos elementos en la planta de producción de WILPAC, como las máquinas y equipos, el talento humano que se dispone, las técnicas y/o métodos empleados por los trabajadores y las herramientas que se utilizan durante la jornada de trabajo.

#### **3.5.4. Diagrama de recorrido**

Se identificó la distribución física de los equipos y maquinarias utilizadas para el proceso de fabricación en la empresa, para la elaboración del diagrama de recorrido (LAY OUT) actual y propuesto se utilizó la información de las distancias recorridas generada en los respectivos diagramas de flujos

Posterior al diagnóstico realizado en el proceso de producción de maquinarias y equipos industriales en la empresa WILPAC, se identificaron las herramientas de lean manufacturing a aplicarse, para ello y desde el punto de vista de los autores del proyecto se consideraron, ponderaron y valoraron cuatro criterios como el costo, beneficios, facilidad a implementar y el tiempo de la implementación, de esta manera se obtuvieron las herramientas a utilizar para optimizar el proceso en la empresa.

Identificadas las herramientas de manufactura esbelta se presenta una propuesta para la aplicación de las mismas, mediante la evaluación de las diferentes actividades del proceso, el establecimiento de un nuevo diagrama de recorrido y la integración de todas las actividades orientadas hacia un mismo objetivo empresarial.

Toda la información que se obtuvo en el presente estudio se compiló y consolidó en cuadros de resultados, que posteriormente se representaron en gráficos y se interpretaron respectivamente.

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS

### 4.1. Diagnóstico de la situación actual de cómo se realizan los procesos de producción en la empresa WILPAC.

#### 4.1.1. Observación a los procesos

El proceso de observación a las actividades que se realizan en la fabricación de cada uno de los elementos de la máquina banda transportadora se muestra en la figura 6, lo observado indica que la periodicidad con la que se realizan las actividades para todos los elementos se hace ocasionalmente, sin embargo la implicación que tiene cada actividad realizada son diferentes, para el eje motriz, eje conductor, bocines, torneado de bocines y construcción y embalaje de banda transportadora fija necesitan de ayuda limitada; el corte de rodillos, CNC, platinas para artesa y el tablero eléctrico son actividades que se las realizan con independencia total por parte de los trabajadores; el proceso de pintura necesita de mucha ayuda y el montaje final de la banda transportadora se lo realiza de dependencia total.

**Figura 6.** Observación a las actividades / elementos realizados para banda transportadora

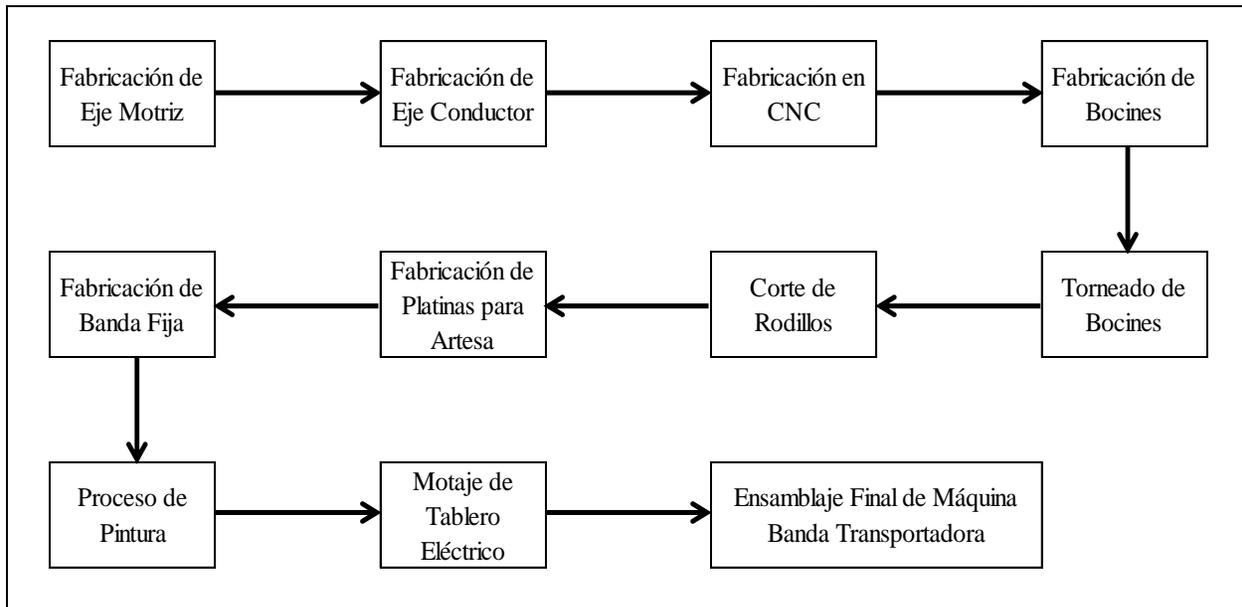
 <b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b> 												
<b>Fecha de observación:</b> Desde el 23/03/2021 hasta el 17/05/2021												
<b>Observador:</b> Autores del proyecto												
ACTIVIDADES / ELEMENTOS REALIZADOS	PERIODICIDAD					IMPLICACIÓN DEL OBSERVADO						OBSERVACIONES
	CD	DA	F	O	N	DT	MA	AL	S	IT	PC	
Eje Motriz				X				X				
Eje Conductor				X				X				
CNC				X						X		
Bocines				X				X				
Torneado de Bocines				X				X				
Corte de Rodillos				X						X		
Platinas para Artesa				X						X		
Construcción y Ensamblaje de Banda Transportadora Fija				X				X				
Pintura				X			X					
Tablero Eléctrico				X						X		
Montaje				X		X						
<b>Observaciones Generales:</b>												
<b>Valoraciones:</b>												
<b>Recomendaciones:</b>												
<b>CD</b> (cada día) <b>DA</b> (todos los días) <b>F</b> (frecuentemente) <b>O</b> (ocasionalmente) <b>N</b> (nunca) <b>DT</b> (dependencia total) <b>MA</b> (mucha ayuda) <b>AL</b> (ayuda limitada) <b>S</b> (supervisión) <b>IT</b> (independencia total) <b>PC</b> (podría colaborar pero no lo hace)												

Nota: Elaborado por autores

#### 4.1.2. Diagramas de flujos de procesos

En la figura 7 se detalla la secuencia de las operaciones (fabricación de eje motriz, fabricación de eje conductor, proceso en la CNC, fabricación de bocines, torneado de bocines, corte de rodillos, fabricación de platinas para artesa, fabricación de banda transportadora fija, proceso de pintura, montaje de tablero eléctrico y ensamblaje final de máquina) correspondientes a la fabricación de la máquina banda transportadora.

**Figura 7.** Secuencia de operaciones fabricación de máquina banda transportadora



Nota: Elaborado por autores

El tiempo del montaje de la máquina banda transportadora por actividades y elementos fabricados fue cronometrado y registrado, fue necesario separar las actividades relacionadas para cada elemento de la máquina considerada en este estudio. Luego del registro de los tiempos se procedió a elaborar el diagrama de flujo de procesos, en el cual se detalla el tiempo actual que se necesita para el proceso de fabricación de la máquina banda transportadora, al final se suman todos los tiempos y de esta manera se obtiene el tiempo total.

En las siguientes figuras se detallan los respectivos diagramas de flujo de cada una de las actividades y elementos que se realizan en el proceso de fabricación de la máquina banda transportadora.

En la figura 8 se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de fabricación del eje motriz es de 6949 segundos (1 hora con 55 minutos y 49 segundos), tiempo requerido por 16 operaciones, 1 transporte, 1 control, 1 espera y 2 almacenamientos; con una distancia recorrida de 108,95 metros; además se observó que 4 actividades no agregan valor en el proceso.

**Figura 8.** Diagrama de flujo fabricación eje motriz

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	FABRICACIÓN DE EJE MOTRÍZ
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
 Operación	16	5939			Personal	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
 Transporte	1	131			Material	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
 Control	1	297			El diagrama empieza :	
 Espera	1	300			El diagrama termina :	
 Almacenamiento	2	282			Diagramado por :	LOS AUTORES
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>6949</b>			Revisado por :	TUTOR
<b>Distancia recorrida en Metros</b>	<b>108,95</b>				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Creacion de la orden de trabajo						0,00	1	300	No agrega valor
2	Pedido de materiales						0,00	1	180	No agrega valor
3	Traslado de materiales						58,00	1	131	No agrega valor
4	Preparacion de eje para corte						1,00	1	7	Agrega valor
5	Corte manual de eje motriz						0,00	1	80	Agrega valor
6	Preparacion de torno						3,55	1	82	Agrega valor
7	Lijado de eje motriz						0,00	1	67	Agrega valor
8	Centrado de luneta						0,00	1	132	Agrega valor
9	Centrado de eje ambos lados						0,00	1	400	Agrega valor
10	Reffrentado de eje motriz						0,00	1	191	Agrega valor
11	Verificacion de medidas: diametro y profundidad en caja reductora						13,30	1	297	Agrega valor
12	Ajuste y desbaste del eje motriz						13,30	1	1995	Agrega valor
13	Lijado de eje motriz para acople de chumacera						0,00	1	152	Agrega valor
14	Marcacion de puntos para cuñas y chavetas						5,00	1	153	Agrega valor
15	Fabricacion de chaveteros						5,00	2	2029	Agrega valor
16	Limpieza de eje motriz						5,00	1	75	Agrega valor
17	Corte de chaveta						0,00	2	95	Agrega valor
18	Biselado de chavetas						2,40	2	237	Agrega valor
19	Pulido de chavetas						0,00	2	45	Agrega valor
20	Colocacion de chaveta en eje motriz						2,40	2	198	Agrega valor
21	Limpieza y embalaje de eje						0,00	1	102	No agrega valor

Nota: Elaborado por autores

En la figura 9 se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de fabricación del eje conductor es de 819 segundos (13 minutos y 39 segundos), tiempo requerido por 7 operaciones; con una distancia recorrida de 4,55 metros; se observa también que todas las actividades agregan valor al proceso.

**Figura 9.** Diagrama de flujo fabricación eje conductor

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	FABRICACIÓN DE EJE CONDUCTOR
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
 Operación	7	819			Personal	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
 Transporte	0	0			Material	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
 Control	0	0			El diagrama empieza :	
 Espera	0	0			El diagrama termina :	
 Almacenamiento	0	0			Diagramado por :	LOS AUTORES
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>819</b>			Revisado por :	TUTOR
<b>Distancia recorrida en Metros</b>	<b>4,55</b>				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Preparacion de eje para corte						1,00	1	9	Agrega valor
2	Corte manual de eje conductor						0,00	1	74	Agrega valor
3	Preparacion de torno						3,55	1	90	Agrega valor
4	Lijado de eje conductor						0,00	1	46	Agrega valor
5	Centrado de luneta						0,00	1	101	Agrega valor
6	Centrado de eje ambos lados						0,00	1	326	Agrega valor
7	Refrentado de eje conductor						0,00	1	174	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

En la figura 10 se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de fabricación en la CNC es de 1251 segundos (20 minutos y 51 segundos), tiempo requerido por 3 operaciones y 1 transporte; con una distancia recorrida de 126 metros; se observa también que de las 4 actividades que se presentan en el proceso, 2 de ellas agregan valor al mismo.

**Figura 10.** Diagrama de flujo fabricación en CNC

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	FABRICACIÓN EN CNC
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
 Operación	3	1003			Personal	<b>1</b>
 Transporte	1	249			Material	<b>1</b>
 Control	0	0			El diagrama empieza :	
 Espera	0	0			El diagrama termina :	
 Almacenamiento	0	0			Diagramado por :	LOS AUTORES
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>1251</b>			Revisado por :	TUTOR
<b>Distancia recorrida en Metros</b>	<b>126,00</b>				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Programacion de maquina para corte de 4 discos						35,00	1,00	726	Agrega valor
2	Traslado de plancha de bodega a máquina						49,00	1,00	249	No agrega valor
3	Colocacion de plancha de hierro negro 0.12mm						0,00	1,00	33	No agrega valor
4	Corte de 4 discos						42,00	4,00	244	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

En la figura 11 se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de fabricación de bocines es de 3001 segundos (50 minutos y 1 segundo), tiempo requerido por 4 operaciones y 1 transporte, con una distancia total recorrida de 102.2 metros; además se observa que dos actividades agregan valor y dos actividades no agregan valor al proceso.

**Figura 11. Diagrama de flujo Fabricación de bocines**

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	FABRICACIÓN DE BOCINES
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
 Operación	4	2981,00			Personal	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
 Transporte	1	20,00			Material	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
 Control	0	0,00			El diagrama empieza :	17/05/2021
 Espera	0	0,00			El diagrama termina :	17/05/2021
 Almacenamiento	0	0,00			Diagramado por :	LOS AUTORES
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>3001,00</b>			Revisado por :	TUTOR
<b>Distancia recorrida en Metros</b>	<b>102,20</b>				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Corte de 4 bocines soporte de ejes						58,00	4,00	948,00	Agrega valor
2	Biselado de bocines						3,10	4,00	628,00	Agrega valor
3	Movilización para soldar discos y bocines						38,00	1,00	20,00	Agrega valor
4	Preparación de material y equipo de soldar						3,10	1,00	522,00	No agrega valor
5	Suelda discos y bocines						0,00	4,00	883,00	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

En la figura 12 se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de torneado de bocines es de 2435 segundos (40 minutos y 35 segundos), tiempo requerido por 8 operaciones, 1 transporte y 2 esperas; con una distancia total recorrida de 7 metros, además se observa que solo una actividad del proceso no agrega valor al mismo.

**Figura 12.** Diagrama de flujo torneado de bocines

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	TORNEADO DE BOCINES
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
 Operación	8	1972			Personal	1
 Transporte	1	20			Material	1
 Control	0	0			El diagrama empieza :	
 Espera	2	442			El diagrama termina :	
 Almacenamiento	0	0			Diagramado por :	LOS AUTORES
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>2435</b>			Revisado por :	TUTOR
<b>Distancia recorrida en Metros</b>	<b>7,00</b>				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Preparacion de disco en tomo						0,00	4,00	349	Agrega valor
2	Ajuste de disco						0,00	4,00	69	Agrega valor
3	Perforacion de disco						0,00	4,00	489	Agrega valor
4	Desbaste diametro exterior disco						0,00	4,00	277	Agrega valor
5	Vicelado diametro exterior disco						0,00	4,00	251	Agrega valor
6	Acabado diametro interior						0,00	4,00	487	Agrega valor
7	Vicelado diametro interno y externo de bocin						0,00	4,00	51	Agrega valor
8	Movilizacion a taladro						3,50	1,00	20	No agrega valor
9	Preparacion para perforacion de bocin						0,00	2,00	93	Agrega valor
10	Perforado de bocin						0,00	2,00	72	Agrega valor
11	Machuelo de perforaciones para prisionero						3,50	2,00	277	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

En la figura 13 se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de fabricación o corte de rodillos es de 904 segundos (15 minutos y 4 segundos), tiempo requerido por 4

operaciones y 2 controles; con una distancia total recorrida de 116 metros, se observa también que las 6 actividades en el proceso agregan valor.

**Figura 13.** Diagrama de flujo fabricación corte de rodillos

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	CORTE DE RODILLOS
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
 Operación	4	793			Personal	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
 Transporte	0	0			Material	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
 Control	2	111			El diagrama empieza :	
 Espera	0	0			El diagrama termina :	
 Almacenamiento	0	0			Diagramado por :	LOS AUTORES
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>904</b>			Revisado por :	TUTOR
<b>Distancia recorrida en Metros</b>	<b>116,00</b>				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Preparacion de cortadora de tubo						58,00	1,00	89	Agrega valor
2	Toma de medidas						0,00	1,00	62	Agrega valor
3	Corte de tubo de 3 1/2 (rodillo motriz)						0,00	1,00	344	Agrega valor
4	Preparacion de cortadora de tubo						58,00	1,00	75	Agrega valor
5	Toma de medidas						0,00	1,00	50	Agrega valor
6	Corte de tubo de 3 1/2 (rodillo conducido)						0,00	1,00	285	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

En la figura 14 se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de fabricación de platinas para artesa es de 1732 segundos (28 minutos y 52 segundos), tiempo requerido por 18 operaciones y 4 transportes, con una distancia total recorrida de 92 metros; se observa también que existen 4 actividades que no agregan valor al proceso.

**Figura 14.** Diagrama de flujo fabricación de platinas para artesa

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	FABRICACIÓN DE PLATINAS PARA ARTESA
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
 Operación	18	1654			Personal	<input type="checkbox"/> 1
 Transporte	4	79			Material	<input type="checkbox"/> 1
 Control	0	0			El diagrama empieza :	
 Espera	0	0			El diagrama termina :	
 Almacenamiento	0	0			Diagramado por :	LOS AUTORES
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>1732</b>			Revisado por :	TUTOR
<b>Distancia recorrida en Metros</b>	<b>92,00</b>				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Preparacion de punzadora platina 1						0,00	1,00	635	Agrega valor
2	Traslado de material						22,00	1,00	20	No agrega valor
3	Corte de platina 1						0,00	1,00	18	Agrega valor
4	Perforacion agujero central						0,00	4,00	21	Agrega valor
5	Preparacion corte medio						0,00	4,00	49	Agrega valor
6	Corte medio de platina						0,00	1,00	23	Agrega valor
7	Preparacion de punzadora platina 2						0,00	1,00	88	Agrega valor
8	Corte de platina 2						0,00	1,00	15	Agrega valor
9	Perforacion de agujero central						0,00	1,00	16	Agrega valor
10	Preparacion corte triangular						0,00	1,00	61	Agrega valor
11	Corte triangular						0,00	1,00	26	Agrega valor
12	Corte mitad de platina 2						0,00	4,00	20	Agrega valor
13	Preparacion de material						0,00	1,00	76	Agrega valor
14	Corte de angulos						0,00	4,00	18	Agrega valor
15	Movilizacion area de soldadura						25,00	1,00	16	No agrega valor
16	Toma de medida para dobléz de palina exterior e interior						0,00	1,00	93	Agrega valor
17	Movilizacion area de doblado						22,50	1,00	20	No agrega valor
18	Dobléz platina interior exterior						0,00	8,00	52	Agrega valor
19	Traslado area de soldadura						22,50	1,00	23	No agrega valor
20	Marcado de angulo para soldar platina						0,00	1,00	60	Agrega valor
21	Punteo y alineacion de platina interiro y exterior						0,00	1,00	145	Agrega valor
22	Rematao de platina interior y exterior						0,00	1,00	237	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

En las figuras 15a, 15b y 15c se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de fabricación de la banda transportadora fija es de 39728 segundos (11 horas, 2 minutos y 8 segundos), tiempo requerido por 40 operaciones, 12 transportes, 6 controles y 2 esperas; con una distancia total recorrida de 665 metros, además en el proceso se observó la existencia de 20 actividades que no agregan valor al mismo.

**Figura 15a.** Diagrama de flujo fabricación de banda fija

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	FABRICACIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA FIJA
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
Operación	40	33473			Personal	1
Transporte	12	3670			Material	1
Control	6	2262			El diagrama empieza :	
Espera	2	323			El diagrama termina :	
Almacenamiento	0	0			Diagramado por :	LOS AUTORES
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>39728</b>			Revisado por :	TUTOR
<b>Distancia recorrida en Metros</b>	<b>665,00</b>				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Traslado de materiales						15,00	1,00	139	No agrega valor
2	Preparacion de vigas G						0,00	2,00	506	No agrega valor
3	Toma de medidas de largo						0,00	2,00	102	Agrega valor
4	Verificacion de perfil						0,00	1,00	69	No agrega valor
5	Corte plasma						0,00	2,00	135	Agrega valor
6	Limpieza de corte pulido						0,00	2,00	132	No agrega valor
7	Traslado de maquina de soldadura						5,00	1,00	20	No agrega valor
8	Preparacion de maquina de soldar						0,00	1,00	68	No agrega valor
9	Soldadura de platinas 4 extremos de perfil G						0,00	4,00	1353	No agrega valor
10	Pulido de soldadura de platinas						0,00	4,00	3189	Agrega valor
11	Toma de medidas de artesas						0,00	4,00	334	Agrega valor
12	Traslado de chumaceras						38,00	4,00	124	No agrega valor
13	Toma de medidas chumacera						0,00	2,00	330	Agrega valor
14	Corte de agujero de chumacera						0,00	2,00	131	Agrega valor
15	Toma de medidas de chumacera						0,00	2,00	1043	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

**Figura 15b.** Diagrama de flujo fabricación de banda fija (continuación)

16	Corte de agujero de chumacera	●	⇒	□	D	▽	0,00	2,00	259	Agrega valor
17	Montaje y alineacion de perfil G	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	385	Agrega valor
18	Preparacion de la soldadora	○	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	255	No agrega valor
19	Montaje de 4 artesas, alineacion punteo	●	⇒	□	D	▽	0,00	4,00	1934	Agrega valor
20	Rayado para colocar rodillos de retorno	●	⇒	□	D	▽	0,00	2,00	380	Agrega valor
21	Montaje y suelda de rodillos de retorno	●	⇒	□	D	▽	0,00	2,00	431	Agrega valor
22	Rematado de las artesas	●	⇒	□	D	▽	0,00	4,00	681	Agrega valor
23	Traslado de eje para rodillo motriz	○	⇒	□	D	▽	28,00	1,00	316	No agrega valor
24	Traslado de bocines y disco para rodillo motriz	○	⇒	□	D	▽	28,00	1,00	127	No agrega valor
25	Rectificado de diametro interno del bocin de rodillo motriz	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	1447	No agrega valor
26	Ensamble y suelda de rodillo motriz	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	841	Agrega valor
27	Traslado de eje, tambor y bocines para rodillo conductor	○	⇒	□	D	▽	28,00	1,00	609	No agrega valor
28	Ensamble de rodillo conductor	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	1042	Agrega valor
29	Traslado de chumacera de pared para para montaje de rodillo motriz	○	⇒	□	D	▽	28,00	1,00	188	No agrega valor
30	Corte de 4 angulos para recorrido de chumacera	●	⇒	□	D	▽	0,00	4,00	513	Agrega valor
31	Corte de 4 varillas para deslizar chumacera	●	⇒	□	D	▽	0,00	4,00	430	Agrega valor
32	Corte de 2 angulos para soldar tuerca de varilla roscada	●	⇒	□	D	▽	0,00	2,00	250	Agrega valor
33	Corte de 2 varillas roscadas de 7/8	●	⇒	□	D	▽	0,00	2,00	329	Agrega valor
34	Ajuste en torno de las varillas roscadas para soldar tuerca 7/8	●	⇒	□	D	▽	28,00	2,00	685	Agrega valor
35	Soldadura de varilla con tuerca	●	⇒	□	D	▽	0,00	2,00	143	Agrega valor
36	Torneado acabado de conjunto varilla tuerca	●	⇒	□	D	▽	0,00	2,00	514	Agrega valor
37	Soldadura de 4 angulos y varillas para deslizar chumacera	●	⇒	□	D	▽	0,00	4,00	1347	Agrega valor
38	Pulido de piezas	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	382	Agrega valor
39	Agujero para varilla roscada en los 2 angulos	●	⇒	□	D	▽	0,00	4,00	617	Agrega valor
40	Pulido de piezas	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	264	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

**Figura 15c.** Diagrama de flujo fabricación de banda fija (continuación)

41	Montaje de recorrido de la chumacera	●	⇒	□	D	▽	0,00	2,00	1950	Agrega valor
42	Suelda de placa guía con su tuerca 7/8 ambos lados	●	⇒	□	D	▽	0,00	2,00	584	Agrega valor
43	Montaje de eje motriz y chumaceras	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	1516	Agrega valor
44	Traslado de reductor	○	⇒	□	D	▽	76,00	1,00	500	No agrega valor
45	Prueba de ajuste de reductor - eje	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	1170	Agrega valor
46	Elaboracion de base de sujecion de motor y perforaciones soldado	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	3916	Agrega valor
47	Montaje de rodillo conducido	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	676	Agrega valor
48	Traslado de rodillos conductores pequeños	○	⇒	□	D	▽	76,00	8,00	76	No agrega valor
49	Montaje de rodillos conductores pequeños y artesas	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	252	Agrega valor
50	Traslado de taladro	○	⇒	□	D	▽	105,00	1,00	1082	No agrega valor
51	Taladrado para ajuste del tensor de rodillo conducido	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	190	Agrega valor
52	Traslado de banda	○	⇒	□	D	▽	58,00	1,00	305	No agrega valor
53	Medicion de longitud de banda	○	⇒	■	D	▽	0,00	1,00	385	Agrega valor
54	Corte de banda	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	377	Agrega valor
55	Traslado de grapas 375 galv	○	⇒	□	D	▽	76,00	1,00	185	No agrega valor
56	Perforacion para colocar grapas de union en banda	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	680	Agrega valor
57	Sujecion de grapas en banda	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	1216	Agrega valor
58	Devolucion de grapas a bodega	●	⇒	□	D	▽	76,00	1,00	23	No agrega valor
59	Montaje de banda	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	620	Agrega valor
60	Desmontaje de banda total para proceso de pintura	●	⇒	□	D	▽	0,00	1,00	1982	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

En la figura 16 se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de pintura es de 10035 segundos (2 horas, 47 minutos y 15 segundos), tiempo requerido por 5 operaciones y 2 transportes, con una distancia total recorrida de 30 metros; además se observó también que en el proceso de pintura existe una actividad que no agrega valor al mismo.

**Figura 16.** Diagrama de flujo proceso de pintura

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	PROCESO DE PINTURA
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
○ Operación	5	8960			Personal	1
➡ Transporte	2	1075			Material	1
□ Control	0	0			El diagrama empieza :	
D Espera	0	0			El diagrama termina :	
▽ Almacenamiento	0	0			Diagramado por :	LOS AUTORES
Total	7	10035			Revisado por :	TUTOR
Distancia recorrida en Metros	30,00				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Traslado de elevador a area de pintura	○	➡	□	D	▽	25,00	1,00	325	No agrega valor
2	Pasado de grata	●	➡	□	D	▽	0,00	1,00	390	Agrega Valor
3	Limpieza con desoxidante	●	➡	□	D	▽	0,00	1,00	1038	Agrega Valor
4	Flameado de estructura	●	➡	□	D	▽	0,00	1,00	1076	Agrega Valor
5	Pulido, lijado y limpieza	●	➡	□	D	▽	0,00	1,00	5515	Agrega Valor
6	Traslado y ubicación en homo	○	➡	□	D	▽	5,00	1,00	750	Agrega Valor
7	Pintura de elevador	●	➡	□	D	▽	0,00	1,00	941	Agrega Valor

Nota: Elaborado por autores

En la figura 17 se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de armado del tablero eléctrico es de 5517 segundos (1 hora, 31 minutos y 57 segundos), tiempo requerido por 4 operaciones, 1 transporte, 1 control y 1 espera, con una distancia total recorrida de 50 metros y dos actividades que no agregan valor al proceso.

**Figura 17.** Diagrama de flujo proceso de armado del tablero eléctrico

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	MONTAJE TABLERO ELÉCTRICO
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
 Operación	4	4624			Personal	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
 Transporte	1	180			Material	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
 Control	1	293			El diagrama empieza :	
 Espera	1	420			El diagrama termina :	
 Almacenamiento	0	0			Diagramado por :	LOS AUTORES
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>5517</b>			Revisado por :	TUTOR
<b>Distancia recorrida en Metros</b>	<b>50,00</b>				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Pedido de materiales para tablero eléctrico						25,00	1,00	420	No agrega valor
2	Traslado de materiales para tablero eléctrico						25,00	1,00	180	No agrega valor
3	Toma de medidas para realizar orificios en tapa de tablero						0,00	1,00	293	Agrega valor
4	Perforación en caja de control						0,00	1,00	411	Agrega valor
5	Instalación de riel dim						0,00	1,00	341	Agrega valor
6	Conexión de circuito de fuerza						0,00	1,00	1048	Agrega valor
7	Conexión de circuito de control						0,00	1,00	2824	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

En la figura 18 se observa que el tiempo total actual requerido para el proceso de ensamblaje final de la máquina banda transportadora es de 8530 segundos (2 horas, 22 minutos y 10 segundos), tiempo requerido por 5 operaciones y 1 transporte; con una distancia total recorrida de 38 metros y en donde todas las actividades en el proceso agregan valor.

**Figura 18.** Diagrama de flujo proceso de ensamblaje final de banda transportadora

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	MONTAJE FINAL BANDA TRANSPORTADORA
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
 Operación	5	8236			Personal	<b>1</b>
 Transporte	1	293			Material	<b>1</b>
 Control	0	0			El diagrama empieza :	
 Espera	0	0			El diagrama termina :	
 Almacenamiento	0	0			Diagramado por :	LOS AUTORES
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>8530</b>			Revisado por :	TUTOR
<b>Distancia recorrida en Metros</b>	<b>38,00</b>				Fecha:	28/06/2021

N°	Actividad	Oper.	Transp.	Control	Esp.	Almac.	Distancia recorrida	Cantidad	Tiempo (Segundos)	Agrega Valor / No Agrega Valor
1	Montaje de motor, rodillos y banda						5,00	1,00	4006	Agrega valor
2	Montaje de tablero electrico						5,00	1,00	1705	Agrega valor
3	Prueba de funcionamiento						0,00	1,00	1074	Agrega valor
4	Etiquetado y limpieza						0,00	1,00	505	Agrega valor
5	Embalado						0,00	1,00	947	Agrega valor
6	Traslado a bodega de producto terminado						28,00	1,00	293	Agrega valor

Nota: Elaborado por autores

En la figura 19 se destalla en resumen el total del tiempo total actual requerido para el proceso de construcción de la máquina banda transportadora, el cual es de 80901 segundos (22 horas, 28 minutos y 21 segundos), tiempo requerido por 114 actividades de operación, 24 actividades de transporte, 10 actividades de control, 6 esperas y 2 almacenamientos, con una distancia total recorrida de 1339,70 metros; además se observó que un total de 35 actividades no agregan valor al proceso de construcción de la banda transportadora, con un total de 10062 segundos (2 horas,

47 minutos y 42 segundos), que representa el 12.44% del tiempo requerido, y el cual se analizará la reducción del mismo con la técnica SMED.

**Figura 19.** Resumen diagramas de flujo de proceso de construcción de banda transportadora

Resumen	Actual		Propuesto		Tarea:	CONSTRUCCIÓN MÁQUINA BANDA TRANSPORTADORA
	Cantidad	Tiempo (Seg.)	Cantidad	Tiempo (Seg.)		
 Operación	114	70454			Personal	<input type="text" value="1"/>
 Transporte	24	5716			Material	<input type="text" value="1"/>
 Control	10	2963			El diagrama empieza :	
 Espera	6	1486			El diagrama termina :	
 Almacenamiento	2	282			Diagramado por :	LOS AUTORES
Total	156	80901			Revisado por :	TUTOR
Actividades que agregan valor	121	70839				
Actividades que no agregan valor	35	10062			Fecha:	28/06/2021
Distancia recorrida en Metros	1339,70					

Nota: Elaborado por autores

#### 4.1.3. Tabulación del estudio de tiempos de los diagramas de flujos de procesos.

En las siguientes figuras se detalla el estudio de tiempos realizados a cada una las actividades que se realizan para la fabricación de la banda transportadora.

**Figura 20a.** Estudio de tiempos fabricación eje motriz

ESTUDIO DE TIEMPO															
Proceso (Tarea)	Fabricación Eje Motriz					Tiempo Estándar Obtenido					7965 segundos (2 horas, 12 minutos y 45 segundos)				
Fecha:			Hora inicio:			Hora fin:			Elaborado por: Autores						
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Creacion de la orden de trabajo	304	394	290	370	317	319	353	207	214	308	308	0,90	277	20,00%	<b>332</b>
Pedido de materiales	173	178	173	182	180	179	179	184	174	175	178	0,95	169	20,00%	<b>203</b>
Traslado de materiales	134	120	121	146	140	122	131	128	135	135	131	0,90	118	20,00%	<b>142</b>
Preparacion de eje para corte	6	5	5	6	7	7	9	8	7	7	7	1,00	7	20,00%	<b>8</b>
Corte manual de eje motriz	80	77	74	78	76	68	68	75	82	76	75	1,00	75	20,00%	<b>90</b>
Preparacion de torno	77	82	71	68	88	85	87	70	89	78	80	0,95	76	20,00%	<b>91</b>
Lijado de eje motriz	73	67	68	68	69	76	67	68	69	71	70	1,00	70	20,00%	<b>84</b>
Centrado de luneta	129	126	127	120	119	127	131	126	134	134	127	0,95	121	20,00%	<b>145</b>
Centrado de eje ambos lados	335	427	422	385	394	388	337	333	343	333	370	0,90	333	20,00%	<b>399</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 20b.** Estudio de tiempos fabricación eje motriz (continuación)

Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Refrentado de eje motriz	181	191	191	191	191	191	191	191	191	191	190	1,00	190	20,00%	<b>228</b>
Verificación de medidas: diámetro y profundidad en caja reductora	334	200	321	231	311	325	250	220	323	217	273	0,95	260	20,00%	<b>311</b>
Ajuste y desbaste del eje motriz	1855	2088	1964	2150	2114	1941	2014	2035	1820	1908	1989	1,00	1989	20,00%	<b>2387</b>
Lijado de eje motriz para acople de chumacera	184	153	124	113	161	120	132	183	131	123	142	1,00	142	20,00%	<b>171</b>
Marcación de puntos para cuñas y chavetas	173	149	168	153	135	157	160	179	132	122	153	1,00	153	20,00%	<b>183</b>
Fabricación de chaveteros	1940	2162	2185	1947	2243	2226	2169	1929	1919	2220	2094	0,90	1885	20,00%	<b>2262</b>
Limpieza de eje motriz	84	72	84	73	72	80	79	65	54	78	74	1,00	74	20,00%	<b>89</b>
Corte de chaveta	183	95	95	95	95	95	95	95	95	95	104	1,00	104	20,00%	<b>125</b>
Biselado de chavetas	182	237	237	237	237	237	237	237	237	237	232	0,95	220	20,00%	<b>264</b>
Pulido de chavetas	54	45	45	45	45	45	45	45	45	45	46	1,00	46	20,00%	<b>55</b>
Colocación de chaveta en eje motriz	210	182	201	225	210	238	191	213	174	229	207	1,00	207	20,00%	<b>249</b>
Limpieza y embalaje de eje	123	105	89	127	100	127	126	74	121	127	112	1,10	123	20,00%	<b>148</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 21.** Estudio de tiempos fabricación eje conductor

ESTUDIO DE TIEMPO															
Proceso (Tarea)	Fabricación Eje Conductor					Tiempo Estándar Obtenido					908 segundos (15 minutos y 8 segundos)				
Fecha:			Hora inicio:			Hora fin:			Elaborado por:			Autores			
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Preparacion de eje para corte	7	9	7	9	10	9	10	9	10	7	9	1,00	9	20,00%	<b>10</b>
Corte manual de eje conductor	63	74	69	91	68	60	82	63	80	93	74	0,95	71	20,00%	<b>85</b>
Preparacion de tomo	79	65	65	86	88	88	81	75	100	69	80	1,00	80	20,00%	<b>96</b>
Lijado de eje conductor	52	52	47	48	40	45	39	36	35	50	44	1,10	49	20,00%	<b>59</b>
Centrado de luneta	78	111	107	90	79	108	120	112	115	103	102	0,90	92	20,00%	<b>110</b>
Centrado de eje ambos lados	329	334	313	292	351	292	345	332	309	307	320	0,90	288	20,00%	<b>346</b>
Refrentado de eje conductor	149	193	166	164	150	151	174	168	190	183	169	1,00	169	20,00%	<b>203</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 22. Estudio de tiempos fabricación en CNC**

ESTUDIO DE TIEMPO															
Proceso (Tarea)	Fabricación en CNC					Tiempo Estándar Obtenido					1516 segundos (25 minutos y 16 segundos)				
Fecha:	Hora inicio:					Hora fin:					Elaborado por: Autores				
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Programacion de maquina para corte de 4 discos	764	687	744	713	703	734	704	720	753	690	721	1,00	721	20,00%	<b>865</b>
Traslado de plancha de bodega a máquina	238	276	235	244	242	262	271	228	238	235	247	0,95	235	20,00%	<b>281</b>
Colocacion de plancha de hierro negro 0.12mm	21	30	44	41	40	24	29	32	42	24	33	1,00	33	20,00%	<b>39</b>
Corte de 4 discos	219	236	279	223	236	279	281	269	228	251	250	1,10	275	20,00%	<b>330</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 23. Estudio de tiempos fabricación de bocines**

ESTUDIO DE TIEMPOS															
Proceso (Tarea)	Fabricación de Bocines					Tiempo Estándar Obtenido					3357 segundos (55 minutos y 57 segundos)				
Fecha:	Hora inicio:					Hora fin:					Elaborado por: Autores				
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Corte de 4 bocines soporte de ejes	836	1017	903	921	1087	940	833	822	824	799	898	0,95	853	20,00%	<b>1024</b>
Biselado de bocines	743	624	533	656	748	511	666	679	732	670	656	0,90	591	20,00%	<b>709</b>
Movilizacion para soldar discos y bocines	25	24	19	18	25	22	24	23	19	18	22	1,00	22	20,00%	<b>26</b>
Preparacion de material y equipo de soldar	463	516	562	518	554	563	513	461	474	504	513	1,05	538	20,00%	<b>646</b>
Suelda discos y bocines	888	807	883	1006	1011	800	872	871	835	843	882	0,90	793	20,00%	<b>952</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 24.** Estudio de tiempos torneado de bocines

ESTUDIO DE TIEMPO															
Proceso (Tarea)	Torneado de Bocines					Tiempo Estándar Obtenido					2708 segundos (45 minutos y 8 segundos)				
Fecha:	Hora inicio:					Hora fin:					Elaborado por: Autores				
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Preparacion de disco en torno	396	343	341	368	360	363	374	301	394	308	355	0,90	319	20,00%	<b>383</b>
Ajuste de disco	61	76	58	70	60	64	74	76	63	61	66	0,95	63	20,00%	<b>76</b>
Perforacion de disco	373	411	507	391	386	414	417	448	479	410	424	0,90	381	20,00%	<b>457</b>
Desbaste diametro exterior disco	271	298	282	277	264	264	262	267	291	266	274	1,00	274	20,00%	<b>329</b>
Vicelado diametro exterior disco	282	254	289	252	228	222	287	224	249	232	252	1,00	252	20,00%	<b>302</b>
Acabado diametro interior	484	498	533	424	542	412	537	490	406	530	486	0,95	461	20,00%	<b>554</b>
Vicelado diametro interno y externo de bocin	46	66	37	41	49	54	31	39	47	52	46	1,00	46	20,00%	<b>55</b>
Movilizacion a taladro	29	17	26	17	26	19	24	21	26	28	23	0,95	22	20,00%	<b>27</b>
Preparacion para perforacion de bocin	83	85	108	82	96	87	85	98	93	77	89	0,90	80	20,00%	<b>97</b>
Perforado de bocin	59	56	89	91	94	98	91	65	101	78	82	1,00	82	20,00%	<b>99</b>
Machueleo de perforaciones para prisionero	378	277	269	352	337	286	237	282	226	244	289	0,95	274	20,00%	<b>329</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 25.** Estudio de tiempos corte de rodillos

ESTUDIO DE TIEMPOS															
Proceso (Tarea)	Corte de rodillos					Tiempo Estándar Obtenido 1050 segundos (17 minutos y 30 segundos)									
Fecha:			Hora inicio:			Hora fin:			Elaborado por: Autores						
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Preparacion de cortadora de tubo	72	70	102	114	102	113	97	93	99	64	93	0,90	83	20,00%	<b>100</b>
Toma de medidas	79	74	62	49	82	80	61	69	58	73	69	0,95	65	20,00%	<b>78</b>
Corte de tubo de 3 1/2 (rodillo motriz)	271	398	326	243	472	238	425	444	401	437	366	0,90	329	20,00%	<b>395</b>
Preparacion de cortadora de tubo	98	69	60	90	53	69	64	52	95	88	74	1,00	74	20,00%	<b>89</b>
Toma de medidas	53	64	40	37	68	68	68	66	42	46	55	1,00	55	20,00%	<b>66</b>
Corte de tubo de 3 1/2 (rodillo conducido)	240	297	258	289	204	364	357	231	387	196	282	0,95	268	20,00%	<b>322</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 26a.** Estudio de tiempos de fabricación de platinas artesa.

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Proceso (Tarea)	Fabricación de Platinas Artesa					Tiempo Estándar Obtenido					2095 segundos (34 minutos y 55 segundos)					
Fecha:	Hora inicio:			Hora fin:			Elaborado por:					Autores				
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10						
Preparacion de punzadora platina 1	854	534	832	744	675	504	892	487	657	728	691	0,90	622	20,00%	<b>746</b>	
Traslado de material	18	24	20	20	26	28	28	24	24	22	23	1,00	23	20,00%	<b>28</b>	
Corte de platina 1	23	13	13	20	20	15	16	18	22	20	18	1,00	18	20,00%	<b>22</b>	
Perforacion agujero central	16	28	20	14	24	24	27	15	26	28	22	1,00	22	20,00%	<b>27</b>	
Preparacion corte medio	55	48	67	69	39	41	46	53	53	46	52	1,00	52	20,00%	<b>62</b>	
Corte medio de platina	32	29	19	18	28	17	23	20	16	20	22	1,00	22	20,00%	<b>27</b>	
Preparacion de punzadora platina 2	112	77	71	64	75	117	80	115	87	83	88	1,00	88	20,00%	<b>106</b>	
Corte de platina 2	13	11	19	12	12	21	18	12	13	11	14	1,00	14	20,00%	<b>17</b>	
Perforacion de agujero central	12	15	12	15	13	20	12	22	22	12	16	1,00	16	20,00%	<b>19</b>	
Preparacion corte triangular	82	44	49	72	76	72	43	77	55	68	64	1,00	64	20,00%	<b>77</b>	

Nota: Elaborado por autores

**Figura 26b.** Estudio de tiempos de fabricación de platinas artesa. (Continuación)

Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Corte triangular	33	23	33	30	32	19	37	22	29	31	29	1,00	29	20,00%	<b>35</b>
Corte mitad de platina 2	15	14	14	20	23	24	21	15	23	25	19	0,90	17	20,00%	<b>21</b>
Preparacion de material	85	89	105	104	92	87	63	96	80	90	89	0,95	85	20,00%	<b>102</b>
Corte de angulos	19	22	24	21	24	14	17	19	18	18	20	1,00	20	20,00%	<b>24</b>
Movilizacion area de soldadura	12	12	14	14	11	12	11	12	21	16	14	1,00	14	20,00%	<b>16</b>
Toma de medida para dobléz de platina exterior e interior	125	89	124	129	93	72	104	80	103	115	103	0,90	93	20,00%	<b>112</b>
Movilizacion area de doblado	25	28	19	25	23	18	25	25	24	24	24	1,10	26	20,00%	<b>31</b>
Doblez platina interior exterior	36	41	41	74	63	47	57	58	67	52	54	1,00	54	20,00%	<b>64</b>
Traslado area de soldadura	24	31	20	30	32	21	24	22	28	27	26	1,00	26	20,00%	<b>31</b>
Marcado de angulo para soldar platina	56	73	67	64	58	56	70	78	64	61	65	1,00	65	20,00%	<b>78</b>
Punteo y alineacion de platina interiro y exterior	107	130	124	182	155	150	140	122	146	175	143	0,90	129	20,00%	<b>155</b>
Rematao de platina interior y exterior	295	337	189	298	262	243	261	308	244	181	262	0,95	249	20,00%	<b>298</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 27a.** Estudio de tiempos de fabricación de banda fija

ESTUDIO DE TIEMPOS															
Proceso (Tarea)	Fabricación de Banda Fija					Tiempo Estándar Obtenido 44984 segundos (12 horas, 29 minutos y 44 segundos)									
Fecha:	Hora inicio:					Hora fin:					Elaborado por: Autores				
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Traslado de materiales	110	101	161	181	137	136	143	152	175	196	149	0,95	142	20,00%	<b>170</b>
Preparacion de vigas G	529	356	418	428	715	644	704	444	697	501	544	0,90	489	20,00%	<b>587</b>
Toma de medidas de largo	91	108	107	76	121	123	132	91	134	106	109	1,00	109	20,00%	<b>131</b>
Verificacion de perfil	77	59	64	90	89	90	74	78	48	88	76	1,00	76	20,00%	<b>91</b>
Corte plasma	173	104	165	162	185	146	127	101	144	148	146	0,95	138	20,00%	<b>166</b>
Limpieza de corte pulido	128	178	120	107	103	182	149	169	173	153	146	1,00	146	20,00%	<b>175</b>
Traslado de maquina de soldadura	18	20	21	18	21	16	24	14	15	14	18	1,00	18	20,00%	<b>22</b>
Preparacion de maquina de soldar	65	58	94	57	87	88	71	70	57	62	71	1,00	71	20,00%	<b>85</b>
Soldadura de platinas 4 extremos de perfil G	975	1190	1456	1341	1428	1651	1357	1761	1653	1530	1434	0,90	1291	20,00%	<b>1549</b>
Pulido de soldadura de platinas	3326	3364	4263	2660	4030	3324	3611	2573	2250	3819	3322	0,90	2990	20,00%	<b>3588</b>
Toma de medidas de artesas	315	378	309	435	442	468	395	358	378	254	373	0,95	355	20,00%	<b>425</b>
Traslado de chumaceras	92	108	158	169	172	142	144	144	140	92	136	0,90	122	20,00%	<b>147</b>
Toma de medidas chumacera	315	341	284	469	346	282	348	250	462	267	336	0,95	320	20,00%	<b>383</b>
Corte de agujero de chumacera	115	161	136	161	98	111	148	178	175	176	146	1,00	146	20,00%	<b>175</b>
Toma de medidas de chumacera	965	854	1275	872	878	1043	1157	826	941	1385	1020	0,90	918	20,00%	<b>1101</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 27b.** Estudio de tiempos de fabricación de banda fija (Continuación)

Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Corte de agujero de chumacera	338	310	201	226	290	252	334	258	330	185	272	1,00	272	20,00%	<b>327</b>
Montaje y alineacion de perfil G	398	383	385	392	389	400	391	383	395	393	391	0,95	371	20,00%	<b>446</b>
Preparacion de la soldadora	262	247	265	266	264	264	265	247	255	264	260	1,00	260	20,00%	<b>312</b>
Montaje de 4 artesas, alineacion punteo	1949	1931	1934	1941	1933	1928	1941	1920	1946	1945	1937	0,90	1743	20,00%	<b>2092</b>
Rayado para colocar rodillos de retorno	371	392	370	361	378	366	386	387	370	398	378	0,95	359	20,00%	<b>431</b>
Montaje y suelda de rodillos de retorno	417	450	431	441	443	445	444	418	450	433	437	0,90	393	20,00%	<b>472</b>
Rematado de las artesas	691	674	688	667	674	671	678	692	697	664	680	0,90	612	20,00%	<b>734</b>
Traslado de eje para rodillo motriz	326	313	305	319	314	328	329	313	325	319	319	0,95	303	20,00%	<b>364</b>
Traslado de bocines y disco para rodillo motriz	112	114	147	144	116	140	150	143	124	117	131	1,00	131	20,00%	<b>157</b>
Rectificado de diametro interno del bocin de rodillo motriz	1453	1458	1444	1457	1448	1436	1437	1452	1460	1460	1451	1,00	1451	20,00%	<b>1741</b>
Ensamble y suelda de rodillo motriz	852	822	821	833	857	828	858	834	832	841	838	0,90	754	20,00%	<b>905</b>
Traslado de eje, tambor y bocines para rodillo conductor	611	607	608	620	613	604	605	603	617	609	610	1,00	610	20,00%	<b>732</b>
Ensamble de rodillo conductor	1049	1042	1051	1040	1045	1064	1041	1058	1044	1041	1048	0,95	995	20,00%	<b>1194</b>
Traslado de chumacera de pared para montaje de rodillo motriz	199	190	174	191	182	182	200	172	200	198	189	1,00	189	20,00%	<b>227</b>
Corte de 4 angulos para recorrido de chumacera	504	527	516	523	527	524	505	528	504	522	518	1,00	518	20,00%	<b>622</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 27c.** Estudio de tiempos de fabricación de banda fija (Continuación)

Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Corte de 4 varillas para deslizar chumacera	433	431	430	423	421	429	438	414	410	405	423	1,00	423	20,00%	<b>508</b>
Corte de 2 angulos para soldar tuerca de varilla roscada	257	241	249	256	244	242	256	251	246	241	248	0,95	236	20,00%	<b>283</b>
Corte de 2 varillas roscadas de 7/8	310	342	334	338	342	336	333	319	340	347	334	1,00	334	20,00%	<b>401</b>
Ajuste en torno de las varillas roscadas para soldar tuerca 7/8	685	695	694	676	690	685	678	698	694	684	688	0,90	619	20,00%	<b>743</b>
Soldadura de varilla con tuerca	136	148	158	133	155	147	154	133	134	144	144	0,95	137	20,00%	<b>164</b>
Torneado acabado de conjunto varilla tuerca	508	522	501	508	501	525	525	505	508	507	511	0,95	485	20,00%	<b>583</b>
Soldadura de 4 angulos y varillas para deslizar chumacera	1366	1354	1332	1345	1331	1344	1340	1345	1340	1356	1345	0,90	1211	20,00%	<b>1453</b>
Pulido de piezas	382	377	368	370	378	369	395	392	365	368	376	1,00	376	20,00%	<b>452</b>
Agujero para varilla roscada en los 2 angulos	619	624	602	616	605	608	615	602	602	630	612	1,00	612	20,00%	<b>735</b>
Pulido de piezas	254	274	273	250	275	271	269	256	278	279	268	1,00	268	20,00%	<b>321</b>
Montaje de recorrido de la chumacera	1947	1947	1937	1938	1944	1947	1947	1946	1943	1953	1945	0,90	1750	20,00%	<b>2100</b>
Sueda de placa guía con su tuerca 7/8 ambos lados	575	571	571	579	576	584	570	572	595	586	578	0,90	520	20,00%	<b>624</b>
Montaje de eje motriz y chumaceras	1540	1511	1520	1534	1533	1535	1522	1505	1507	1506	1521	0,90	1369	20,00%	<b>1643</b>
Traslado de reductor	485	508	509	497	490	480	494	502	490	504	496	0,95	471	20,00%	<b>565</b>
Prueba de ajuste de reductor - eje	1171	1182	1164	1179	1164	1184	1171	1180	1176	1173	1174	1,00	1174	20,00%	<b>1409</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 27d.** Estudio de tiempos de fabricación de banda fija (Continuación)

Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Elaboracion de base de sujecion de motor y perforaciones soldado	3926	3922	3930	3904	3904	3920	3927	3904	3917	3919	3917	0,90	3526	20,00%	<b>4231</b>
Montaje de rodillo conducido	686	672	669	671	670	667	661	672	685	669	672	0,95	639	20,00%	<b>766</b>
Traslado de rodillos conductores pequeños	76	77	75	77	79	72	78	78	73	74	76	1,00	76	20,00%	<b>91</b>
Montaje de rodillos conductores pequeños y artesas	255	246	247	246	247	258	242	241	249	256	249	1,00	249	20,00%	<b>298</b>
Traslado de taladro	1090	1087	1080	1089	1085	1085	1085	1070	1087	1070	1083	0,95	1029	20,00%	<b>1234</b>
Taladrado para ajuste del tensor de rodillo conducido	199	192	194	206	196	206	195	201	182	205	198	1,00	198	20,00%	<b>237</b>
Traslado de banda	300	291	307	318	300	300	310	318	309	306	306	1,00	306	20,00%	<b>367</b>
Medicion de longitud de banda	372	393	387	389	392	389	378	399	382	388	387	0,95	368	20,00%	<b>441</b>
Corte de banda	390	368	363	380	390	374	364	361	360	385	374	0,90	336	20,00%	<b>403</b>
Traslado de grapas 375 galv	166	160	181	173	178	192	168	196	173	197	178	1,00	178	20,00%	<b>214</b>
Perforacion para colocar grapas de union en banda	677	675	692	698	674	685	698	671	700	674	684	1,00	684	20,00%	<b>821</b>
Sujecion de grapas en banda	1210	1224	1215	1210	1206	1207	1222	1215	1202	1209	1212	0,90	1091	20,00%	<b>1309</b>
Devolucion de grapas a bodega	21	22	23	24	24	20	22	19	21	25	22	1,00	22	20,00%	<b>27</b>
Montaje de banda	604	611	613	612	617	624	618	633	629	610	617	1,00	617	20,00%	<b>741</b>
Desmontaje de banda total para proceso de pintura	1993	1998	1995	1994	1987	1997	1981	1985	1989	1990	1991	0,95	1891	20,00%	<b>2270</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 28.** Estudio de tiempos proceso de pintura

ESTUDIO DE TIEMPOS															
Proceso (Tarea)	Pintura					Tiempo Estándar Obtenido					11627 segundos (3 horas, 13 minutos y 47 segundos)				
Fecha:			Hora inicio:			Hora fin:			Elaborado por: Autores						
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Traslado de estructura a area de pintura	319	332	326	331	311	334	331	313	317	315	323	0,95	307	20,00%	<b>368</b>
Pasado de grata	399	397	392	385	395	381	389	383	394	402	392	0,90	353	20,00%	<b>423</b>
Limpieza con desoxidante	1041	1041	1031	1037	1045	1046	1041	1047	1045	1025	1040	1,00	1040	20,00%	<b>1248</b>
Flameado de estructura	1083	1064	1070	1064	1069	1064	1075	1074	1066	1065	1069	1,00	1069	20,00%	<b>1283</b>
Pulido, lijado y limpieza	5484	5518	5511	5495	5527	5500	5525	5517	5516	5487	5508	0,95	5233	20,00%	<b>6279</b>
Traslado y ubicación en horno	744	755	770	754	740	751	746	745	746	736	749	1,00	749	20,00%	<b>898</b>
Pintura de estructura	941	932	949	945	936	950	931	942	932	934	939	1,00	939	20,00%	<b>1127</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 29.** Estudio de tiempos montaje de tablero eléctrico

ESTUDIO DE TIEMPOS																
Proceso (Tarea)	Montaje de Tablero Eléctrico					Tiempo Estándar Obtenido					6543 segundos (1 hora, 49 minutos y 3 segundos)					
Fecha:	Hora inicio:			Hora fin:			Elaborado por:					Autores				
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10						
Pedido de materiales para tablero eléctrico	431	433	423	419	429	410	422	410	416	433	423	0,95	401	20,00%	<b>482</b>	
Traslado de materiales para tablero eléctrico	176	179	185	170	173	187	178	169	171	168	176	0,90	158	20,00%	<b>190</b>	
Toma de medidas para realizar orificios en tapa de tablero	285	303	285	291	290	303	283	293	284	280	290	1,00	290	20,00%	<b>348</b>	
Perforacion en caja de control	425	392	409	401	399	416	402	406	397	393	404	1,00	404	20,00%	<b>485</b>	
Instalacion de riel dim	339	339	337	340	342	349	346	338	330	354	341	0,95	324	20,00%	<b>389</b>	
Conexión de circuito de fuerza	1059	1043	1041	1039	1051	1050	1041	1042	1055	1052	1047	1,00	1047	20,00%	<b>1257</b>	
Conexión de circuito de control	2821	2818	2835	2818	2824	2829	2837	2835	2822	2839	2828	1,00	2828	20,00%	<b>3393</b>	

Nota: Elaborado por autores

**Figura 30.** Estudio de tiempos ensamble final de banda transportadora

ESTUDIO DE TIEMPOS															
Proceso (Tarea)	Ensamblaje final Banda Transportadora					Tiempo Estándar Obtenido 9707 segundos (2 horas, 41 minutos y 47 segundos)									
Fecha:	Hora inicio:			Hora fin:			Elaborado por: Autores								
Actividad	Tiempos Observados										Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)
	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8	TO9	TO10					
Montaje de motor, rodillos y banda	3997	4005	3999	4005	3990	4011	4001	4005	4003	3998	4001	0,95	3801	20,00%	<b>4562</b>
Montaje de tablero electrico	1697	1703	1706	1699	1690	1698	1712	1711	1702	1713	1703	0,90	1533	20,00%	<b>1839</b>
Prueba de funcionamiento	1078	1061	1064	1071	1076	1077	1068	1066	1067	1090	1072	1,00	1072	20,00%	<b>1286</b>
Etiquetado y limpieza	512	499	489	505	517	490	503	499	507	491	501	1,00	501	20,00%	<b>601</b>
Embalado	951	938	953	942	950	942	957	937	943	947	946	0,95	899	20,00%	<b>1078</b>
Traslado a bodega de producto terminado	300	306	277	275	280	279	278	279	282	276	283	1,00	283	20,00%	<b>340</b>

Nota: Elaborado por autores

#### **4.1.4. Resultados del estudio de tiempos.**

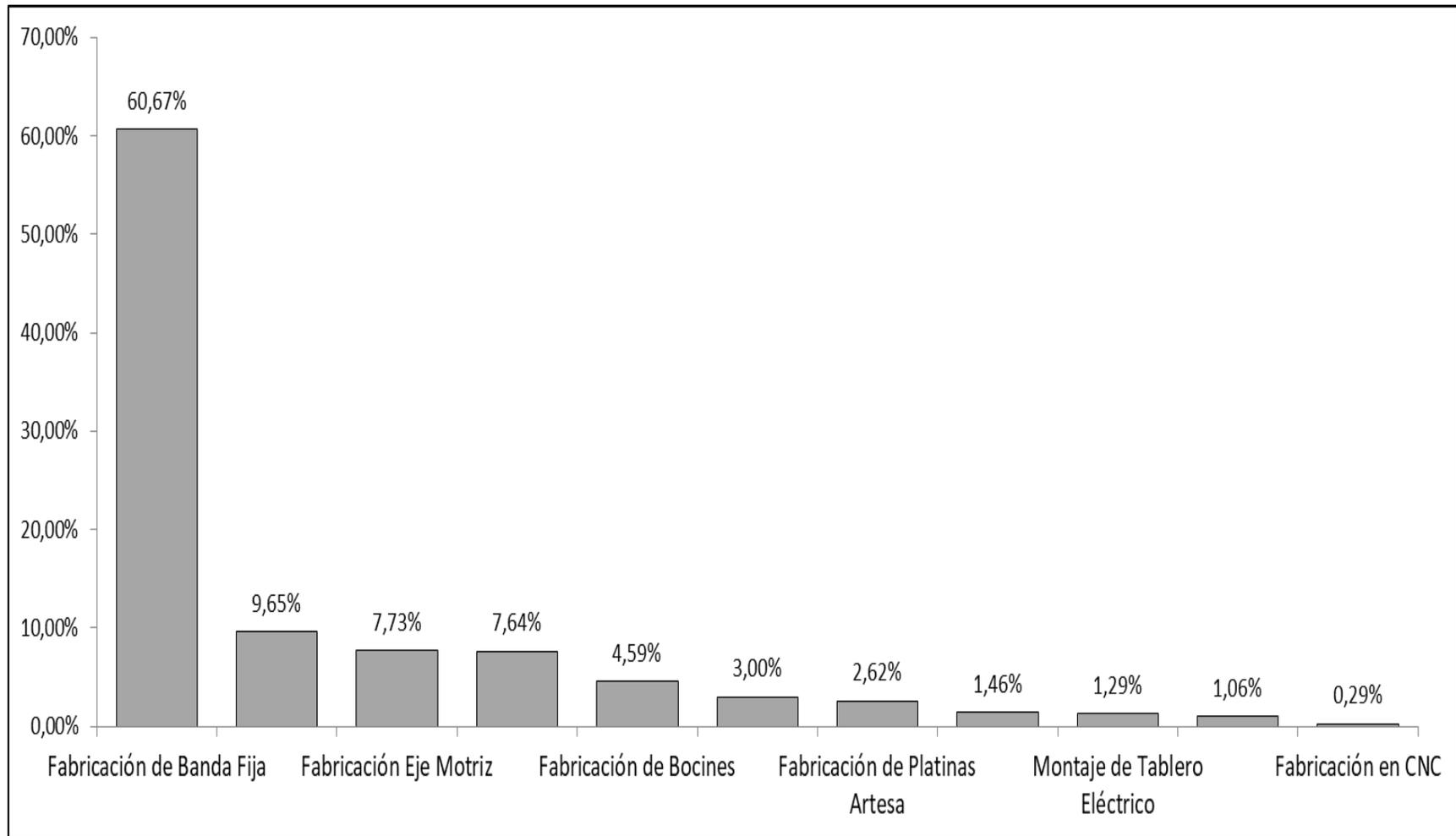
Una vez realizado el estudio de tiempos del proceso fabricación de la máquina banda transportadora, se procedió a sistematizar los resultados por cada uno de los procesos (figuras 31 y 32), detallando el tiempo total estándar establecido en 92459.59 segundos (1541.04 minutos o 24.68 horas); se observa que, de las 156 actividades ejecutadas en todo el proceso, 76 actividades (48.72%) se realizan con un desempeño bajo del 90% y 95%. Con respecto al tiempo improductivo de la actividades realizadas con bajo desempeño, del total de los 92459.59 segundos utilizados en el proceso de fabricación de la banda transportadora son 4328.73 segundos que representa el 4.68% del tiempo total; es importante señalar que del tiempo de las actividades con bajo desempeño (4328.73 segundos) 2626 segundos (60.67%) corresponden al proceso o actividad de la fabricación de la banda fija, en donde se observa que existen 33 actividades en las los trabajadores ejecutan sus actividades con un desempeño no adecuado (90% y 95%).

**Figura 31.** Resultados estudio de tiempos

Tiempos	Procesos / Actividades / Elementos realizados											Total
	Fabricación Eje Motriz	Fabricación Eje Conductor	Fabricación en CNC	Fabricación de Bocines	Torneado de Bocines	Corte de rodillos	Fabricación de Platinas Artesa	Fabricación de Banda Fija	Pintura	Montaje de Tablero Eléctrico	Ensamblaje final Banda Transportadora	
Tiempo estándar en segundos	7965	908	1516	3357	2708	1050	2095	44984	11627	6543	9707	<b>92459,59</b>
Tiempo estándar en minutos	132,75	15,13	25,27	55,95	45,13	17,5	34,92	749,33	193,78	109,5	161,78	<b>1541,04</b>
Tiempo estándar en horas	2,2125	0,2522	0,4211	0,9325	0,7522	0,2917	0,5819	12,4956	3,2297	1,8175	1,6964	<b>24,68</b>
Número de actividades	21	7	4	5	11	6	22	60	7	7	6	<b>156,00</b>
Número de actividades con bajo desempeño	10	3	1	3	7	4	6	33	3	3	3	<b>76,00</b>
Porcentaje de actividades con bajo desempeño	47,62%	42,86%	25,00%	60,00%	63,64%	66,67%	27,27%	55,00%	42,86%	42,86%	50,00%	<b>48,72%</b>
Tiempo en segundos de actividades con bajo desempeño	335	46	12	199	130	63	113	2626	331	56	418	<b>4328,73</b>
Tiempo en minutos de actividades con bajo desempeño	5,58	0,77	0,21	3,31	2,17	1,06	1,89	43,77	5,51	0,93	6,96	<b>72,15</b>
Porcentaje del tiempo total de actividades con bajo desempeño	4,20%	5,06%	0,81%	5,92%	4,80%	6,04%	5,40%	5,84%	2,84%	0,85%	4,30%	<b>4,68%</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 32.** Resultados porcentaje de tiempos actividades con bajo desempeño



Nota: Elaborado por autores

#### 4.1.5. LAY OUT de la planta actual.

Es la disposición de máquinas, equipos, materiales, personal y servicios auxiliares que permite fabricar un producto a un costo suficientemente adecuado (Castaño, 2019).

Con el propósito de reconocer la distribución física de las áreas de fabricación de los equipos y maquinarias industriales y agroindustriales en la empresa WILPAC, y posteriormente recopilar información que permita realizar una propuesta que minimicen las distancias recorridas identificadas en los diagramas de flujos respectivos, se describió de manera gráfica el Lay Out actual de la empresa, la figura 33 muestra el detalle:

#### Diagrama de recorrido.

El diagrama de recorrido es un complemento útil de los diagramas de flujos de procesos, ya que indica el camino hacia atrás y las posibles áreas de congestión de tráfico, y permite el desarrollo de una configuración ideal de la planta, es importante de reducir un transporte, el analista necesita observar o visualizar dónde existe suficiente espacio para construir una instalación de tal manera que las distancias de transporte sean menores (Nebel & Freivalds, 2010, citado por Ortiz, 2018).

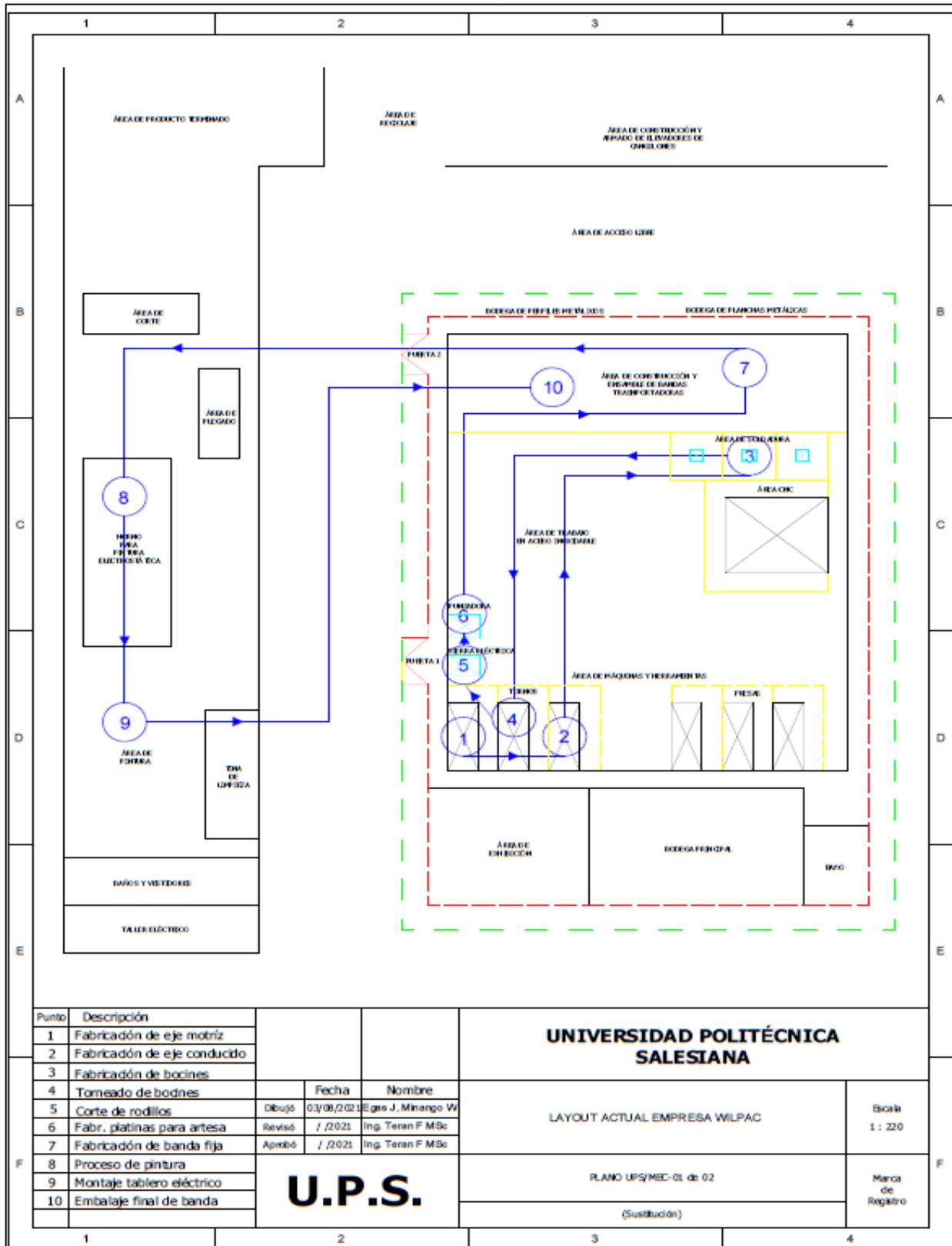
El diagrama de recorrido (figura 33) detalla las máquinas o áreas de proceso como se describe a continuación:

**Tabla 7.** Descripción de áreas del LAY OUT

Áreas / Procesos	Descripción del área o proceso
1	Fabricación de eje motriz
2	Fabricación de eje conductor
3	Fabricación de bocines
4	Torneado de bocines
5	Corte de rodillos
6	Fabricación de platinas artesa
7	Fabricación de banda fija
8	Proceso de pintura
9	Montaje tablero eléctrico
10	Ensamblaje final de banda transportadora

Nota: Elaborado por autores

Figura 33. LAY OUT – Diagrama de recorrido actual



Nota: Elaborado por autores

## **4.2. Técnicas y herramientas de la manufactura esbelta aplicables para la optimización de los procesos de la empresa WILPAC.**

Una vez realizado el diagnóstico sobre las causas que están ocasionando tiempos de producción muy elevados, se deben analizar las herramientas más adecuadas para mejorar el proceso de fabricación de la banda transportadora en la empresa WILPAC, en función de los beneficios que se consigan con la aplicación de las mismas.

### **4.2.1. Identificación de los aspectos en la toma de decisión**

Se analizan cuatro aspectos que según los investigadores son imprescindibles considerarlos, a continuación, se detallan:

- a. Costo
- b. Beneficios
- c. Fácil implementación
- d. Tiempo para implementar

### **4.2.2. Asignar los pesos a cada aspecto**

Para cada aspecto considerado se establece un peso de acuerdo a la tabla 8, se detalla a continuación:

**Tabla 8:** Pesos de los aspectos

<b>Aspecto</b>	<b>Peso</b>
Costo	10
Beneficios	9
Facilidad para implementar	7
Tiempo de implementación	6

Nota: Elaborado por autores

### **4.2.3. Alternativas de las técnicas de manufactura esbelta**

En relación a lo investigado y estudiado se consideran como principales herramientas de la manufactura esbelta las siguientes:

- Kaizen
- Kanban
- Poka Yoke
- Heijunka
- SMED
- TPM
- 5'S
- Hoshin Kanri
- Sistema Andon
- Jidoka

#### 4.2.4. Matriz de alternativas para decisión

En la tabla 9 se detalla la valoración para las alternativas de decisión, en función de los resultados que se puedan obtener con la aplicación de cada una de las herramientas de manufactura esbelta consideradas:

**Tabla 9:** Matriz de alternativas para decisión

<b>Alternativas</b>	<b>Costo</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Facilidad para implementar</b>	<b>Tiempo de implementación</b>
Kaizen	5	6	5	3
Kanban	6	7	5	7
Poka Yoke	3	6	4	7
Heijunka	4	5	6	6
SMED	7	8	7	7
TPM	6	4	5	6
5'S	6	7	8	8
Hoshin Kanri	8	9	9	8
Sistema Andon	4	6	5	6
Jidoka	5	4	6	3

Nota: Elaborado por autores

#### 4.2.5. Valoración de la matriz de alternativas para decisión

En la tabla 10 se detallan las valoraciones obtenidas para cada alternativa de las herramientas de manufactura esbelta a utilizar en el presente estudio, según los resultados obtenidos y con mayor puntaje están las herramientas de SMED con 233 puntos y la herramienta Hoshin Kanri con 272 puntos, en este sentido son las herramientas a utilizar.

**Tabla 10:** Matriz valorada de alternativas para decisión

Alternativas	Costo	Beneficios	Facilidad para implementar	Tiempo de implementación	Total
Kaizen	50	54	35	18	157
Kanban	60	63	35	42	200
Poka Yoke	30	54	28	42	154
Heijunka	40	45	42	36	163
SMED	70	72	49	42	233
TPM	60	36	35	36	167
5´S	60	63	56	48	227
Hoshin Kanri	80	81	63	48	272
Sistema Andon	40	54	35	36	165
Jidoka	50	36	42	18	146

Nota: Elaborado por autores

Considerando la selección de las alternativas a utilizar se detallan ciertas consideraciones.

#### 4.2.6. SMED

Con la utilización de esta técnica se trabajará y mejorará especialmente en los siguientes aspectos fundamentales de la empresa WILPAC:

- La reducción de los tiempos improductivos debido a las actividades que no agregan valor en el proceso de fabricación de la banda transportadora, esto con el fin de mejorar su capacidad productiva y aumentar la productividad.
- Los cambios que se puedan dar al recorrido (LAY OUT) que por el momento están estandarizados en la planta, esto mejorará la eficiencia y productividad de WILPAC

#### **4.2.7. Hoshin Kanri**

La cooperación de todos los integrantes en una organización permite lograr los objetivos de mediano y largo plazo planteados; en este sentido la técnica de Hoshin Kanri permitirá a WILPAC organizar entre otras cosas lo siguiente:

- La integración de todas las tareas posibles, ya sean rutinarias o de mejora, todo esto en función de los objetivos de WILPAC.
- La alineación de los objetivos de la empresa, la planeación, los procesos y actividades del día a día.
- Asignar clara y correctamente las funciones y responsabilidades de los colaboradores de la empresa en función de las metas, procesos y actividades establecidas.
- Establecer revisiones periódicas y de esta manera conseguir el progreso de los procesos semanal, mensual y anualmente.
- La concentración en objetivos críticos para el éxito de la empresa

#### **4.3. Aplicación de las técnicas y herramientas del modelo de sistema de manufactura esbelta para la empresa WILPAC.**

##### **4.3.1. Metodología SMED**

Los resultados de los diagramas de flujos evidencia diferentes actividades que no agregan valor al proceso de fabricación de la máquina banda transportadora y esto significa desperdicios para la empresa; en donde, sobresalen 35 actividades que no agregan valor en la tarea de construcción de la banda transportadora, es por ello que se propone disminuir estos tiempos improductivos a través de la metodología SMED para obtener mejor eficiencia en la producción de la máquina banda transportadora y estandarizar estas actividades.

A partir de este insumo se establece la siguiente propuesta que consiste en:

- Evaluación de actividades que no agregan valor (tareas) internas que se pueden convertir en actividades (tareas) externas; y,

- Elaboración de propuesta del diagrama de recorrido (LAY OUT) que complementará y fortalecerá la evaluación del tiempo estándar con la disminución de las actividades que no agregan valor al proceso

#### 4.3.1.1. Evaluación de actividades que no agregan valor (tareas) internas que se pueden convertir en actividades (tareas) externas

Al evaluar las actividades que no agregan valor que pueden ser consideradas como internas en el proceso de fabricación de la banda transportadora, se busca establecerlas como actividades externas. En las siguientes figuras se detalla en base al tiempo estándar establecido para cada etapa, las actividades que pueden considerarse como actividades externas, ya que pueden realizarse de manera paralela en la fabricación de la banda transportadora.

En la figura 34 se observa que en la etapa o proceso de fabricación del eje conductor no existen actividades que puedan convertirse en actividades externas.

**Figura 34.** Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de eje conductor

Evaluación Actividades Internas y Externas							
Fabricación Eje Conductor							
Actividad	Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	Actividades	
						Internas	Externas
Preparacion de eje para corte	9	1,00	9	20,00%	10	X	
Corte manual de eje conductor	74	0,95	71	20,00%	85	X	
Preparacion de torno	80	1,00	80	20,00%	96	X	
Lijado de eje conductor	44	1,10	49	20,00%	59	X	
Centrado de luneta	102	0,90	92	20,00%	110	X	
Centrado de eje ambos lados	320	0,90	288	20,00%	346	X	
Refrentado de eje conductor	169	1,00	169	20,00%	203	X	

Nota: Elaborado por autores

**Figura 35.** Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de eje motriz

<b>Evaluación Actividades Internas y Externas</b>							
<b>Fabricación Eje Motriz</b>							
<b>Actividad</b>	<b>Promedio Tiempo Observado</b>	<b>Desempeño</b>	<b>Tiempo Normal</b>	<b>Suplementos u Holguras</b>	<b>Tiempo Estándar (Segundos)</b>	<b>Actividades</b>	
						<b>Internas</b>	<b>Externas</b>
Creacion de la orden de trabajo	308	0,90	277	20,00%	<b>332</b>		<b>X</b>
Pedido de materiales	178	0,95	169	20,00%	<b>203</b>		<b>X</b>
Traslado de materiales	131	0,90	118	20,00%	<b>142</b>		<b>X</b>
Preparacion de eje para corte	7	1,00	7	20,00%	<b>8</b>	<b>X</b>	
Corte manual de eje motriz	75	1,00	75	20,00%	<b>90</b>	<b>X</b>	
Preparacion de tomo	80	0,95	76	20,00%	<b>91</b>	<b>X</b>	
Lijado de eje motriz	70	1,00	70	20,00%	<b>84</b>	<b>X</b>	
Centrado de luneta	127	0,95	121	20,00%	<b>145</b>	<b>X</b>	
Centrado de eje ambos lados	370	0,90	333	20,00%	<b>399</b>	<b>X</b>	
Refrentado de eje motriz	190	1,00	190	20,00%	<b>228</b>	<b>X</b>	
Verificacion de medidas: diametro y profundidad en caja reductora	273	0,95	260	20,00%	<b>311</b>	<b>X</b>	
Ajuste y desbaste del eje motriz	1989	1,00	1989	20,00%	<b>2387</b>	<b>X</b>	
Lijado de eje motriz para acople de chumacera	142	1,00	142	20,00%	<b>171</b>	<b>X</b>	
Marcacion de puntos para cuñas y chavetas	153	1,00	153	20,00%	<b>183</b>	<b>X</b>	
Fabricacion de chaveteros	2094	0,90	1885	20,00%	<b>2262</b>	<b>X</b>	
Limpieza de eje motriz	74	1,00	74	20,00%	<b>89</b>	<b>X</b>	
Corte de chaveta	104	1,00	104	20,00%	<b>125</b>	<b>X</b>	
Biselado de chavetas	232	0,95	220	20,00%	<b>264</b>	<b>X</b>	
Pulido de chavetas	46	1,00	46	20,00%	<b>55</b>	<b>X</b>	
Colocacion de chaveta en eje motriz	207	1,00	207	20,00%	<b>249</b>	<b>X</b>	
Limpieza y embalaje de eje	112	1,10	123	20,00%	<b>148</b>		<b>X</b>

Nota: Elaborado por autores

En el proceso de fabricación del eje motriz (figura 35) se establecen 4 actividades como externas, lo que representa un tiempo de 824 segundos

**Figura 36.** Evaluación de actividades internas y externas en fabricación en CNC

<b>Evaluación Actividades Internas y Externas</b>							
Fabricación en CNC							
Actividad	Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	Actividades	
						Internas	Externas
Programacion de maquina para corte de 4 discos	721	1,00	721	20,00%	<b>865</b>	X	
Traslado de plancha de bodega a máquina	247	0,95	235	20,00%	<b>281</b>		X
Colocacion de plancha de hierro negro 0.12mm	33	1,00	33	20,00%	<b>39</b>		X
Corte de 4 discos	250	1,10	275	20,00%	<b>330</b>	X	

Nota: Elaborado por autores

En el proceso de fabricación en CNC (figura 36) se establecen 2 actividades como externas, lo que representa un tiempo de 321 segundos

**Figura 37.** Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de bocines

<b>Evaluación Actividades Internas y Externas</b>							
Fabricación de Bocines							
Actividad	Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	Actividades	
						Internas	Externas
Corte de 4 bocines soporte de ejes	898	0,95	853	20,00%	<b>1024</b>	X	
Biselado de bocines	656	0,90	591	20,00%	<b>709</b>	X	
Movilizacion para soldar discos y bocines	22	1,00	22	20,00%	<b>26</b>	X	
Preparacion de material y equipo de soldar	513	1,05	538	20,00%	<b>646</b>		X
Suelda discos y bocines	882	0,90	793	20,00%	<b>952</b>	X	

Nota: Elaborado por autores

En el proceso de fabricación de bocines (figura 37) se establece 1 actividad como externa, lo que representa un tiempo de 646 segundos

**Figura 38.** Evaluación de actividades internas y externas en torneado de bocines

<b>Evaluación Actividades Internas y Externas</b>							
Torneado de Bocines							
Actividad	Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	Actividades	
						Internas	Externas
Preparacion de disco en torno	355	0,90	319	20,00%	<b>383</b>	X	
Ajuste de disco	66	0,95	63	20,00%	<b>76</b>	X	
Perforacion de disco	424	0,90	381	20,00%	<b>457</b>	X	
Desbaste diametro exterior disco	274	1,00	274	20,00%	<b>329</b>	X	
Vicelado diametro exterior disco	252	1,00	252	20,00%	<b>302</b>	X	
Acabado diametro interior	486	0,95	461	20,00%	<b>554</b>	X	
Vicelado diametro interno y externo de bocin	46	1,00	46	20,00%	<b>55</b>	X	
Movilizacion a taladro	23	0,95	22	20,00%	<b>27</b>		X
Preparacion para perforacion de bocin	89	0,90	80	20,00%	<b>97</b>	X	
Perforado de bocin	82	1,00	82	20,00%	<b>99</b>	X	
Machueleo de perforaciones para prisionero	289	0,95	274	20,00%	<b>329</b>	X	

Nota: Elaborado por autores

En el proceso de torneado de bocines (figura 38) se establece 1 actividad como externa, lo que representa un tiempo de 27 segundos

**Figura 39.** Evaluación de actividades internas y externas en corte de rodillos

<b>Evaluación Actividades Internas y Externas</b>							
Corte de Rodillos							
Actividad	Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	Actividades	
						Internas	Externas
Preparacion de cortadora de tubo	93	0,90	83	20,00%	<b>100</b>	X	
Toma de medidas	69	0,95	65	20,00%	<b>78</b>	X	
Corte de tubo de 3 1/2 (rodillo motriz)	366	0,90	329	20,00%	<b>395</b>	X	
Preparacion de cortadora de tubo	74	1,00	74	20,00%	<b>89</b>	X	
Toma de medidas	55	1,00	55	20,00%	<b>66</b>	X	
Corte de tubo de 3 1/2 (rodillo conducido)	282	0,95	268	20,00%	<b>322</b>	X	

Nota: Elaborado por autores

En la figura 39 respecto al proceso de corte de rodillos se establece que no existen actividades que puedan considerarse como externas.

**Figura 40.** Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de platinas artesa

<b>Evaluación Actividades Internas y Externas</b>							
<b>Fabricación Platinas Artesa</b>							
<b>Actividad</b>	<b>Promedio Tiempo Observado</b>	<b>Desempeño</b>	<b>Tiempo Normal</b>	<b>Suplementos u Holguras</b>	<b>Tiempo Estándar (Segundos)</b>	<b>Actividades</b>	
						<b>Internas</b>	<b>Externas</b>
Preparacion de punzadora platina 1	691	0,90	622	20,00%	<b>746</b>	<b>X</b>	
Traslado de material	23	1,00	23	20,00%	<b>28</b>		<b>X</b>
Corte de platina 1	18	1,00	18	20,00%	<b>22</b>	<b>X</b>	
Perforacion agujero central	22	1,00	22	20,00%	<b>27</b>	<b>X</b>	
Preparacion corte medio	52	1,00	52	20,00%	<b>62</b>	<b>X</b>	
Corte medio de platina	22	1,00	22	20,00%	<b>27</b>	<b>X</b>	
Preparacion de punzadora platina 2	88	1,00	88	20,00%	<b>106</b>	<b>X</b>	
Corte de platina 2	14	1,00	14	20,00%	<b>17</b>	<b>X</b>	
Perforacion de agujero central	16	1,00	16	20,00%	<b>19</b>	<b>X</b>	
Preparacion corte triangular	64	1,00	64	20,00%	<b>77</b>	<b>X</b>	
Corte triangular	29	1,00	29	20,00%	<b>35</b>	<b>X</b>	
Corte mitad de platina 2	19	0,90	17	20,00%	<b>21</b>	<b>X</b>	
Preparacion de material	89	0,95	85	20,00%	<b>102</b>	<b>X</b>	
Corte de angulos	20	1,00	20	20,00%	<b>24</b>	<b>X</b>	
Movilizacion area de soldadura	14	1,00	14	20,00%	<b>16</b>		<b>X</b>
Toma de medida para doblez de platina exterior e interior	103	0,90	93	20,00%	<b>112</b>	<b>X</b>	
Movilizacion area de doblado	24	1,10	26	20,00%	<b>31</b>		<b>X</b>
Doble platina interior exterior	54	1,00	54	20,00%	<b>64</b>	<b>X</b>	
Traslado area de soldadura	26	1,00	26	20,00%	<b>31</b>		<b>X</b>
Marcado de angulo para soldar platina	65	1,00	65	20,00%	<b>78</b>	<b>X</b>	
Punteo y alineacion de platina interiro y exterior	143	0,90	129	20,00%	<b>155</b>	<b>X</b>	
Rematao de platina interior y exterior	262	0,95	249	20,00%	<b>298</b>	<b>X</b>	

Nota: Elaborado por autores

En el proceso de fabricación de platinas artesa (figura 40) se establecen 4 actividades como externas, lo que representa un tiempo de 107 segundos.

**Figura 41.** Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de platinas artesa

<b>Evaluación Actividades Internas y Externas</b>							
Fabricación Banda Fija							
Actividad	Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	Actividades	
						Internas	Externas
Traslado de materiales	149	0,95	142	20,00%	170		X
Preparacion de vigas G	544	0,90	489	20,00%	587		X
Toma de medidas de largo	109	1,00	109	20,00%	131	X	
Verificacion de perfil	76	1,00	76	20,00%	91		X
Corte plasma	146	0,95	138	20,00%	166	X	
Limpieza de corte pulido	146	1,00	146	20,00%	175		X
Traslado de maquina de soldadura	18	1,00	18	20,00%	22		X
Preparacion de maquina de soldar	71	1,00	71	20,00%	85		X
Soldadura de platinas 4 extremos de perfil G	1434	0,90	1291	20,00%	1549		X
Pulido de soldadura de platinas	3322	0,90	2990	20,00%	3588	X	
Toma de medidas de artesas	373	0,95	355	20,00%	425	X	
Traslado de chumaceras	136	0,90	122	20,00%	147		X
Toma de medidas chumacera	336	0,95	320	20,00%	383	X	
Corte de agujero de chumacera	146	1,00	146	20,00%	175	X	
Toma de medidas de chumacera	1020	0,90	918	20,00%	1101	X	
Corte de agujero de chumacera	272	1,00	272	20,00%	327	X	
Montaje y alineacion de perfil G	391	0,95	371	20,00%	446	X	
Preparacion de la soldadora	260	1,00	260	20,00%	312		X
Montaje de 4 artesas, alineacion punteo	1937	0,90	1743	20,00%	2092	X	
Rayado para colocar rodillos de retorno	378	0,95	359	20,00%	431	X	
Montaje y suelda de rodillos de retorno	437	0,90	393	20,00%	472	X	
Rematado de las artesas	680	0,90	612	20,00%	734	X	
Traslado de eje para rodillo motriz	319	0,95	303	20,00%	364		X
Traslado de bocines y disco para rodillo motriz	131	1,00	131	20,00%	157		X
Rectificado de diametro interno del bocin de rodillo motriz	1451	1,00	1451	20,00%	1741		X
Ensamble y suelda de rodillo motriz	838	0,90	754	20,00%	905	X	
Traslado de eje, tambor y bocines para rodillo conductor	610	1,00	610	20,00%	732		X
Ensamble de rodillo conductor	1048	0,95	995	20,00%	1194	X	
Traslado de chumacera de pared para montaje de rodillo motriz	189	1,00	189	20,00%	227		X
Corte de 4 angulos para recorrido de chumacera	518	1,00	518	20,00%	622	X	

**Figura 41a.** Evaluación de actividades internas y externas en fabricación de platinas artesa (continuación)

<b>Evaluación Actividades Internas y Externas</b>							
Fabricación Banda Fija							
Actividad	Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	Actividades	
						Internas	Externas
Corte de 4 varillas para deslizar chumacera	423	1,00	423	20,00%	508	X	
Corte de 2 angulos para soldar tuerca de varilla roscada	248	0,95	236	20,00%	283	X	
Corte de 2 varillas roscadas de 7/8	334	1,00	334	20,00%	401	X	
Ajuste en torno de las varillas roscadas para soldar tuerca 7/8	688	0,90	619	20,00%	743	X	
Soldadura de varilla con tuerca	144	0,95	137	20,00%	164	X	
Torneado acabado de conjunto varilla tuerca	511	0,95	485	20,00%	583	X	
Soldadura de 4 angulos y varillas para deslizar chumacera	1345	0,90	1211	20,00%	1453	X	
Pulido de piezas	376	1,00	376	20,00%	452	X	
Agujero para varilla roscada en los 2 angulos	612	1,00	612	20,00%	735	X	
Pulido de piezas	268	1,00	268	20,00%	321	X	
Montaje de recorrido de la chumacera	1945	0,90	1750	20,00%	2100	X	
Suelda de placa guia con su tuerca 7/8 ambos lados	578	0,90	520	20,00%	624	X	
Montaje de eje motriz y chumaceras	1521	0,90	1369	20,00%	1643	X	
Traslado de reductor	496	0,95	471	20,00%	565		X
Prueba de ajuste de reductor - eje	1174	1,00	1174	20,00%	1409	X	
Elaboracion de base de sujecion de motor y perforaciones soldado	3917	0,90	3526	20,00%	4231	X	
Montaje de rodillo conducido	672	0,95	639	20,00%	766	X	
Traslado de rodillos conductores pequeños	76	1,00	76	20,00%	91		X
Montaje de rodillos conductores pequeños y artesas	249	1,00	249	20,00%	298	X	
Traslado de taladro	1083	0,95	1029	20,00%	1234		X
Taladrado para ajuste del tensor de rodillo conducido	198	1,00	198	20,00%	237	X	
Traslado de banda	306	1,00	306	20,00%	367		X
Medicion de longitud de banda	387	0,95	368	20,00%	441	X	
Corte de banda	374	0,90	336	20,00%	403	X	
Traslado de grapas 375 galv	178	1,00	178	20,00%	214		X
Perforacion para colocar grapas de union en banda	684	1,00	684	20,00%	821	X	
Sujecion de grapas en banda	1212	0,90	1091	20,00%	1309	X	
Devolucion de grapas a bodega	22	1,00	22	20,00%	27		X
Montaje de banda	617	1,00	617	20,00%	741	X	
Desmontaje de banda total para proceso de pintura	1991	0,95	1891	20,00%	2270	X	

Nota: Elaborado por autores

En el proceso de fabricación de banda fija (figura 41 y 41a) se establecen 20 actividades como externas, lo que representa un tiempo de 8856 segundos.

**Figura 42.** Evaluación de actividades internas y externas en proceso de pintura

<b>Evaluación Actividades Internas y Externas</b>							
Proceso de Pintura							
Actividad	Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	Actividades	
						Internas	Externas
Traslado de estructura a area de pintura	323	0,95	307	20,00%	<b>368</b>		X
Pasado de grata	392	0,90	353	20,00%	<b>423</b>	X	
Limpieza con desoxidante	1040	1,00	1040	20,00%	<b>1248</b>	X	
Flameado de estructura	1069	1,00	1069	20,00%	<b>1283</b>	X	
Pulido, lijado y limpieza	5508	0,95	5233	20,00%	<b>6279</b>	X	
Traslado y ubicación en horno	749	1,00	749	20,00%	<b>898</b>	X	
Pintura de estructura	939	1,00	939	20,00%	<b>1127</b>	X	

Nota: Elaborado por autores

En el proceso de pintura (figura 42) se establece 1 actividad como externa, lo que representa un tiempo de 368 segundos.

**Figura 43.** Evaluación de actividades internas y externas en montaje de tablero eléctrico

<b>Evaluación Actividades Internas y Externas</b>							
Montaje de Tablero Eléctrico							
Actividad	Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	Actividades	
						Internas	Externas
Pedido de materiales para tablero eléctrico	423	0,95	401	20,00%	<b>482</b>		X
Traslado de materiales para tablero eléctrico	176	0,90	158	20,00%	<b>190</b>		X
Toma de medidas para realizar orificios en tapa de tablero	290	1,00	290	20,00%	<b>348</b>	X	
Perforacion en caja de control	404	1,00	404	20,00%	<b>485</b>	X	
Instalacion de riel dim	341	0,95	324	20,00%	<b>389</b>	X	
Conexión de circuito de fuerza	1047	1,00	1047	20,00%	<b>1257</b>	X	
Conexión de circuito de control	2828	1,00	2828	20,00%	<b>3393</b>	X	

Nota: Elaborado por autores

En el proceso de montaje del tablero eléctrico (figura 43) se establecen 2 actividades como externas, lo que representa un tiempo de 671 segundos.

**Figura 44.** Evaluación de actividades internas y externas en ensamble final

<b>Montaje de Tablero Eléctrico</b>							
<b>Ensamble Final</b>							
Actividad	Promedio Tiempo Observado	Desempeño	Tiempo Normal	Suplementos u Holguras	Tiempo Estándar (Segundos)	Actividades	
						Internas	Externas
Montaje de motor, rodillos y banda	4001	0,95	3801	20,00%	<b>4562</b>	X	
Montaje de tablero electrico	1703	0,90	1533	20,00%	<b>1839</b>	X	
Prueba de funcionamiento	1072	1,00	1072	20,00%	<b>1286</b>	X	
Etiquetado y limpieza	501	1,00	501	20,00%	<b>601</b>	X	
Embalado	946	0,95	899	20,00%	<b>1078</b>	X	
Traslado a bodega de producto terminado	283	1,00	283	20,00%	<b>340</b>	X	

Nota: Elaborado por autores

En la figura 44 respecto al proceso de ensamblaje final de la máquina banda transportadora se establece que no existen actividades que puedan considerarse como externas.

#### **4.3.1.2. Resumen de la evaluación de actividades que no agregan valor (tareas) externas.**

La mejora propuesta para reducir el tiempo estándar de fabricación de la máquina banda transportadora, se lo realiza considerando la disminución del tiempo estándar de las actividades que no agregan valor (actividades externas) al proceso. En la figura 45 se presenta el resumen del tiempo que se disminuye, que en total es de 11820 segundos (3 horas con 17 minutos), esta disminución del tiempo estándar se verá reflejado en el aumento de la productividad laboral mensual de la empresa WILAC respecto a la producción de la banda transportadora.

**Figura 45.** Resumen evaluación de actividades externas.

<b>TIEMPO TOTAL ACTIVIDADES EXTERNAS (NO AGREGAN VALOR)</b>	
<b>FABRICACIÓN BANDA TRANSPORTADORA</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (Segundos)</b>
<b>Subproceso: Fabricación Eje Motríz</b>	
Creacion de la orden de trabajo	332
Pedido de materiales	203
Traslado de materiales	142
Limpieza y embalaje de eje	148
<b>Subproceso: Fabricación Eje Conductor</b>	
Sin actividad que no agrega valor	0
<b>Subproceso: Fabricación en CNC</b>	
Traslado de plancha de bodega a máquina	281
Colocacion de plancha de hierro negro 0.12mm	39
<b>Subproceso: Fabricación de Bocines</b>	
Preparacion de material y equipo de soldar	646
<b>Subproceso: Torneado de Bocines</b>	
Movilizacion a taladro	27
<b>Subproceso: Corte de Rodillos</b>	
Sin actividad que no agrega valor	0
<b>Subproceso: Fabricación de Platinas Artesa</b>	
Traslado de material	28
Movilizacion area de soldadura	16
Movilizacion area de doblado	31
Traslado area de soldadura	31
<b>Subproceso: Fabricación Banda Fija</b>	
Traslado de materiales	170
Preparacion de vigas G	587
Verificacion de perfil	91
Limpieza de corte pulido	175
Traslado de maquina de soldadura	22
Preparacion de maquina de soldar	85
Soldadura de platinas 4 extremos de perfil G	1549
Traslado de chumaceras	147
Preparacion de la soldadora	312
Traslado de eje para rodillo motriz	364
Traslado de bocines y disco para rodillo motriz	157
Rectificado de diametro interno del bocin de rodillo motriz	1741
Traslado de eje, tambor y bocines para rodillo conductor	732
Traslado de chumacera de pared para para montaje de rodillo	227
Traslado de reductor	565
Traslado de rodillos conductores pequeños	91
Traslado de taladro	1234
Traslado de banda	367
Traslado de grapas 375 galv	214
Devolucion de grapas a bodega	27
<b>Subproceso: Pintura</b>	
Traslado de estructura a area de pintura	368
<b>Subproceso: Montaje Tablero Eléctrico</b>	
Pedido de materiales para tablero electirco	482
Traslado de materiales para tablero electrico	190
<b>Subproceso: Ensamble Final</b>	
Sin actividad que no agrega valor	0
<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>11820</b>

Nota: Elaborado por autores

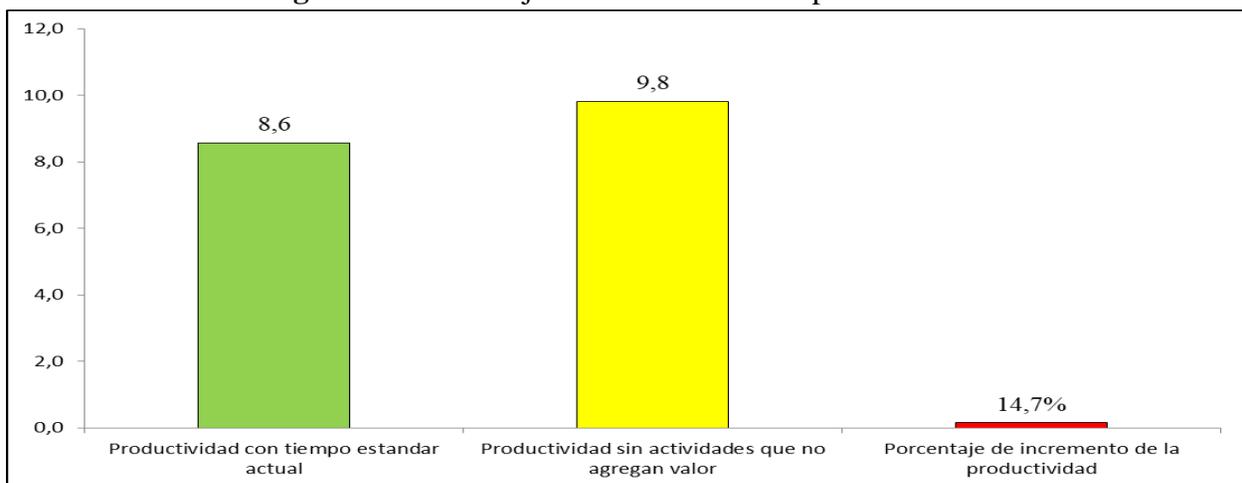
Con la eliminación de las actividades que no agregan (externas) el tiempo estándar en la fabricación de la banda transportadora se reduce en 11820 segundos, en este sentido el nuevo tiempo estándar a considerar para la fabricación de la banda transportadora es de 80640 segundos (22 horas con 24 minutos); considerando un tiempo disponible de labores en la empresa de 22 días por con 10 horas diarias de producción, la productividad se ve aumentada de 8.57 unidades por mes a 9.82 unidades por mes, esto representa un aumento del 14.7%, como se muestra en la tabla 11 y figura 46.

**Tabla 11.** Resumen evaluación de actividades externas respecto al tiempo estándar.

Descripción de elementos	Tiempo		
	Segundos	Minutos	Horas
Tiempo total estándar actual fabricación de banda transportadora	92460	1541,0	25,7
Tiempo total estándar actividades que no agregan valor	11820	197	3,3
Tiempo total estándar fabricación de banda transportadora sin actividades que no agregan valor	80640	1344,0	22,4
Tiempo disponible laborable al mes	792000	13200	220
Productividad con tiempo estándar actual			<b>8,57</b>
Productividad sin actividades que no agregan valor			<b>9,82</b>
Porcentaje de incremento de la productividad			<b>14,7%</b>

Nota: Elaborado por autores

**Figura 46.** Porcentaje de incremento de la productividad

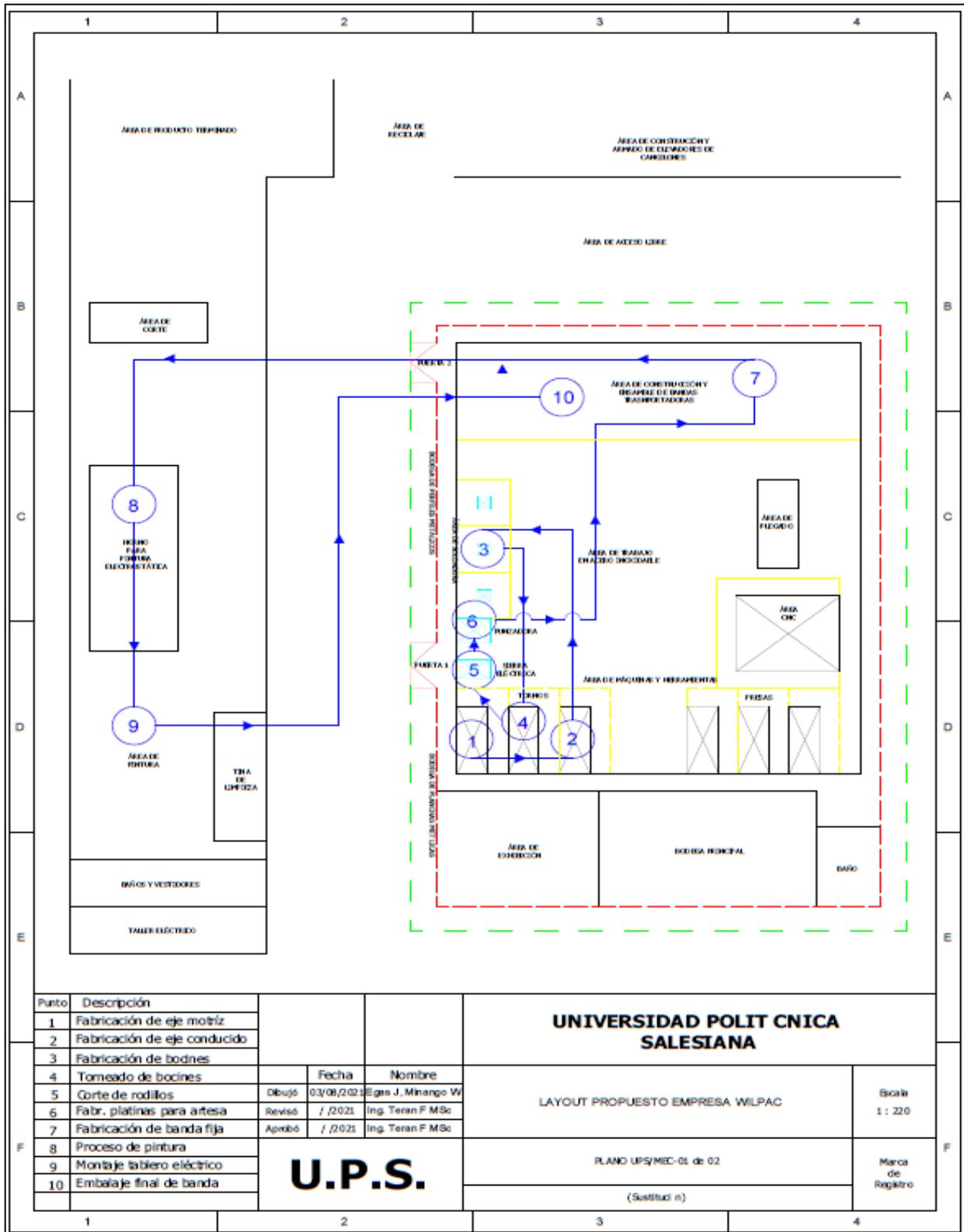


Nota: Elaborado por autores

#### **4.3.1.3. LAY OUT de la planta propuesto.**

Con el fin de complementar y fortalecer en el tiempo estándar que propone con la reducción de las actividades que no agregan valor al proceso, se realiza la siguiente propuesta de Lay Out (figura 47), en el cual el cambio principal es el de cambiar el área de proceso para la fabricación de bocines, que actualmente según el diagrama de flujo existe un recorrido total de 102 metros, modificando esta área del proceso de fabricación de la banda transportadora se minimiza esta distancia recorrida, repercutiendo en una eficiencia mayor del proceso

Figura 47. LAY OUT – Diagrama de recorrido propuesto



Nota: Elaborado por autores

## **4.3.2. Metodología Hoshin Kanri**

### **4.3.2.1. Misión, Visión, Política de Calidad y Valores de la empresa**

WILPAC es una industria quevedeña líder en el mercado nacional en la producción de maquinaria y equipos industriales, la experiencia en el sector comercial, agroindustrial y metalúrgico garantiza a sus clientes ser el mejor aliado, estando listos para brindar soluciones oportunas a su mercado, Satisfacer estas expectativas se basa en la siguiente filosofía institucional.

#### **Misión**

Fabricar y comercializar maquinarias y equipos de óptima calidad y precisión, para cubrir las necesidades de diversos sectores industriales tanto en el mercado local como en el plano internacional, optimizando los recursos humanos y materiales, que logren la satisfacción del cliente con un excelente servicio, y proporcionen valor para nuestra organización, y beneficios a nuestros colaboradores (Chaluisa, 2021).

#### **Visión**

Ser una empresa líder y reconocida en el mercado industrial, mediante la innovación constante, soluciones, productos y servicios con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes para convertirnos en la mejor opción y apoyo tecnológico para sus procesos productivos (Chaluisa, 2021).

#### **Política de calidad**

WILPAC tiene la responsabilidad de obtener la completa satisfacción de sus clientes, cumplir y exceder sus expectativas, brindándoles productos y servicios de calidad, mediante la innovación tecnológica y los procesos de mejora continua (Chaluisa, 2021)

#### **Valores institucionales**

- **Calidad.** Respetamos los requerimientos de calidad de nuestros clientes siempre y cuando se mantengan dentro de los estándares y normas de ingeniería y seguridad, y lo más importante, que se traduzca en solución satisfactoria y eficaz para nuestros clientes (Chaluisa, 2021).
- **Seguridad.** Consideramos de gran importancia la seguridad, tanto del personal de nuestros clientes, como de nuestra organización, propia o asociada. A nuestro personal los dotamos con

todos los equipos de protección requeridos para garantizar su integridad física. También la seguridad de nuestros equipos, entorno de trabajo bien sea en nuestros talleres o en los talleres y plantas de nuestros clientes, es para nosotros muy importante por lo tanto nos regimos por las normas de seguridad que exigen las leyes y normas nacionales e internacionales (Chaluisa, 2021).

- **Servicio.** El compromiso de WILPAC, con nuestros clientes va más allá de una relación comercial, estamos a la disposición de atender todos los requerimientos e inquietudes que puedan surgir teniendo o no una contratación previa. Para nosotros lo más importante es su satisfacción y éxito (Chaluisa, 2021).
- **Responsabilidad.** Todos nuestros trabajos se desarrollan teniendo en cuenta el entorno ambiental de la localidad donde se ejecutan. Procuramos conocer y entender las leyes en cuanto a preservación del medio ambiente de la zona, para así aplicarlas sin perjuicio a la comunidad, nuestros clientes y nuestra reputación (Chaluisa, 2021).
- **Respeto.** Todas las personas, todas las ideas cuentan, respetamos la contribución individual de cada empleado (Chaluisa, 2021).
- **Disciplina.** Dirigidos al crecimiento personal; desarrollamos nuestro equipo humano (Chaluisa, 2021).

#### **4.3.2.2. Descripción detallada de los procesos en WILPAC**

Los procesos en la empresa WILPAC se direccionan acorde al mapa de procesos, que se encuentra dividido en 3 procesos que están integrados y complementados; estos procesos son: Procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de apoyo (figura 34), los cuales se detallan a continuación:

##### **Procesos estratégicos**

Los procesos estratégicos considerados en la empresa WILPAC son (Chaluisa, 2021):

##### **- Planificación Estratégica:**

El objeto de la planificación estratégica es enunciar, socializar y realizar seguimiento a las directrices del escenario estratégico de la empresa, mediante el desarrollo de la planificación estratégica, planes de acción y los planes operativos de la empresa (Chaluisa, 2021).

### - **Gestión de Calidad:**

Este proceso es aplicable en toda la empresa y empieza con el establecimiento de los requerimientos de aplicabilidad al SGC de la empresa y culmina con el proceso de control y medición del desempeño de los mismos (Chaluisa, 2021).

### **Procesos operativos**

Los procesos operativos en una organización establecen la cadena de valor agregado del servicio, empieza con comprender las exigencias y perspectivas de los clientes y culmina con la prestación del servicio, donde el propósito final es la satisfacción y cumplimiento de las expectativas del cliente. Los procesos operativos en la empresa WILPAC son (Chaluisa, 2021):

#### - **Ventas**

Este proceso establece las acciones que la empresa WILPAC realiza para la venta de los equipos y maquinarias industriales, las cuales va desde la logística ineludible para la entrega de los equipos y maquinarias, su disposición, puesta en marcha y termina con la satisfacción del cliente (Chaluisa, 2021).

#### - **Producción**

El propósito de este proceso es entender las actividades que se realizan en la empresa desde el diseño, elaboración y almacenamiento de los equipos y maquinarias industriales que se fabrican en WILPAC (Chaluisa, 2021).

### **Procesos de apoyo**

Los procesos de apoyo en una organización son el soporte de los procesos operativos, sin los procesos de apoyo son imposibles desarrollar los procesos operativos y los procesos estratégicos.

Los procesos de apoyo identificados en la empresa WILPAC son (Chaluisa, 2021):

#### - **Gestión administrativa y financiera**

El objetivo de la gestión administrativa y financiera en WILPAC es comprender las acciones y lineamientos respecto a facturar, pagar a proveedores, consecución de clientes potenciales y gestionar la cobranza (Chaluisa, 2021).

- **Gestión comercial y logística**

El proceso de gestión comercial en la empresa tiene por objeto entender los criterios para acoger las peticiones de los clientes, gestionar las solicitudes y la información al cliente respecto de las características técnicas de los equipos y maquinas industriales que se elaboran, todo para conseguir la satisfacción de los clientes (Chaluisa, 2021).

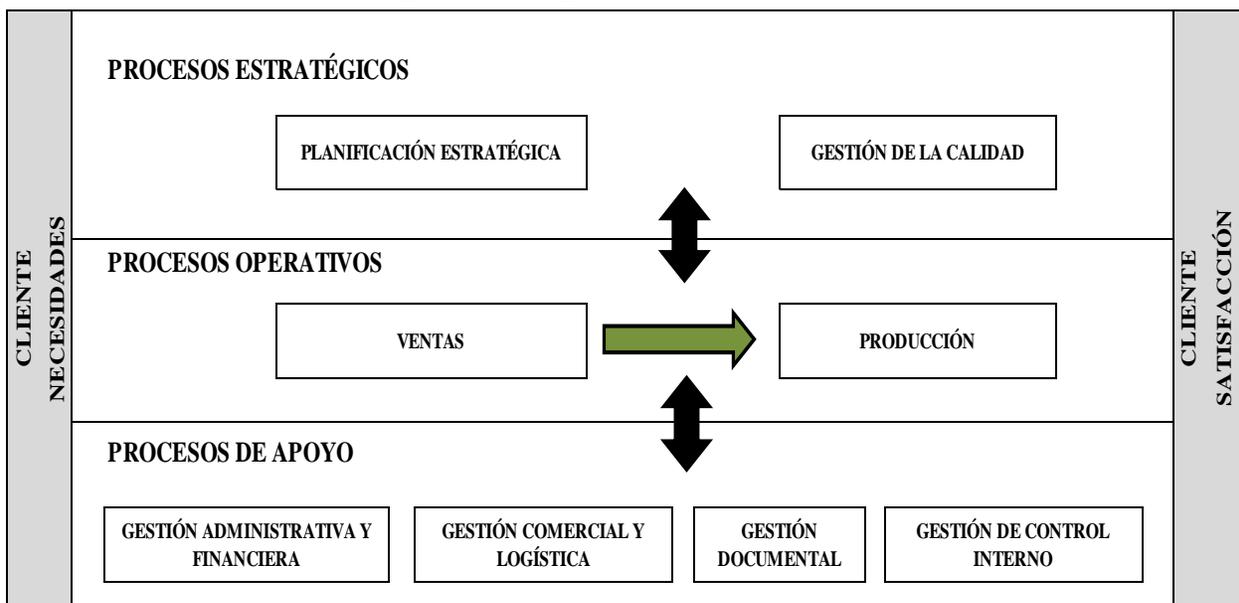
- **Gestión documental**

El propósito de la gestión documental es administrar la empresa, con el objetivo de asegurar que se cumplan los procesos de archivo acorde a las normativas vigentes, el manejo, control, custodia, preservación y consulta administrativa eficiente del archivo documental, permite una ubicación oportuna del mismo, de esta manera atender a la visión y misión de WILPAC y el proceso para tomar de decisiones oportunas (Chaluisa, 2021).

- **Gestión del control interno**

El propósito de este proceso es valorar si se cumplen las directrices de control interno en la empresa, comprobando el desarrollo de las acciones establecidas para cada proceso, las acciones institucionales y en los planes de mejoramiento (Chaluisa, 2021).

**Figura 48.** Mapa de Procesos WILPAC



Nota: Elaborado por autores

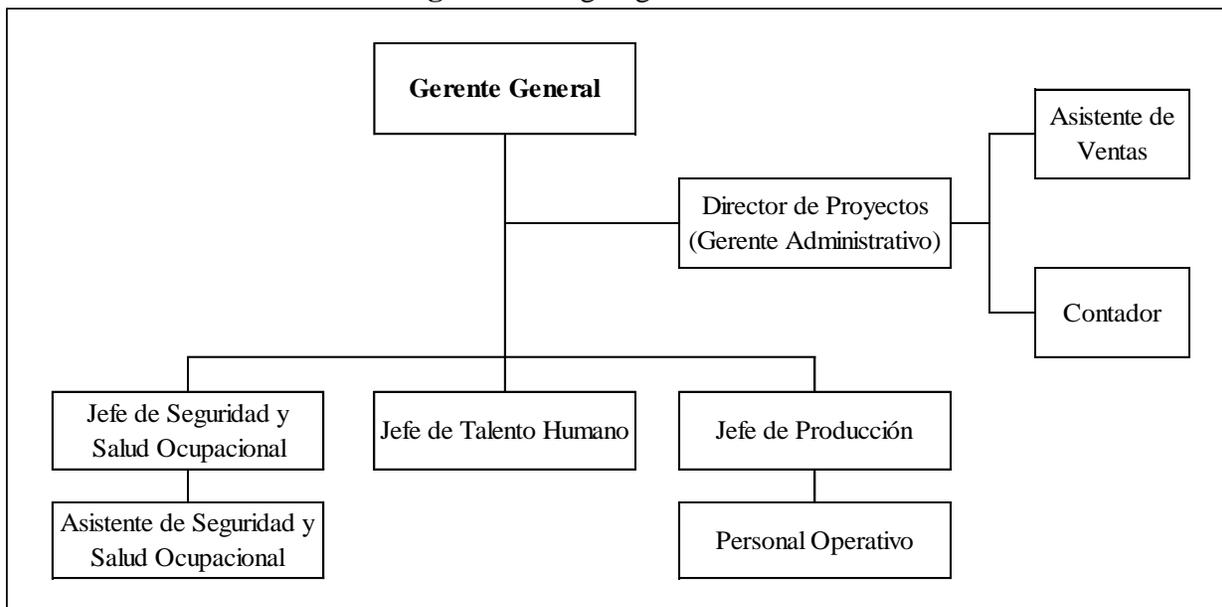
De acuerdo con el mapa de procesos (figura 48) de WILPAC, en los procesos operativos, está el proceso de producción de la máquina banda transportadora, el cual se describe a continuación.

La elaboración de bandas transportadoras es un proceso que constantemente busca mejorar, a partir del diagnóstico realizado en cada una de las etapas productivas que permiten de manera sistemática cumplir los procesos operacionales, en los cuales a su vez se aprovecha el talento humano, los recursos físicos y materias primas que permitan una eficiencia del 100% en el proceso, y donde los costos de producción sean los más bajos y el aseguramiento de la calidad sea acorde para el proceso.

#### 4.3.2.3. Organigrama WILPAC

WILPAC S.A. cuenta con un organigrama (figura 49) que se describe de la siguiente manera. En la dirección se encuentra la gerencia general, quien se encarga de dar las pautas generales de administración y operación, y de establecer los objetivos de la empresa. En segundo nivel se encuentra el director de proyectos (gerente administrativo) de la empresa, quien cuenta con el apoyo de una asistente de ventas y un contador. En el tercer nivel están la jefatura de seguridad y salud ocupacional, talento humano y jefatura de producción; quienes ejercen las labores directas en las distintas fases productivas y en los procesos operativos.

**Figura 49.** Organigrama WILPAC



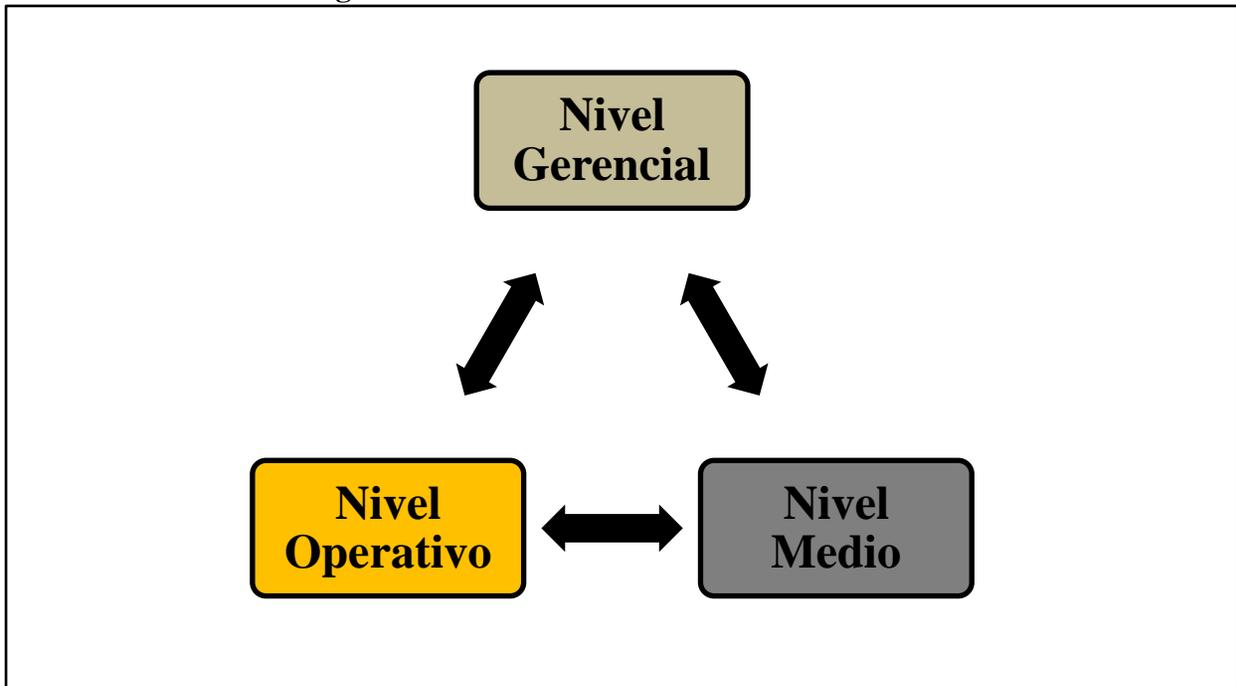
Nota: Extraído de (Chaluisa, 2021)

#### 4.3.2.4. Estrategias para la implementación Hoshin Kanri

Se identificaron en los diagramas de flujos presentados en el capítulo anterior actividades que no agregan valor al proceso operativo de producción, en este sentido se establecen estrategias que permitirán la gestión de estas actividades en los distintos niveles operativos, y se establece a la metodología Hoshin Kanri que articula diferentes estrategias con las etapas de producción de la empresa. Las estrategias que se plantean en WILPAC se detallan a continuación:

La metodología Hoshin Kanri plantea una administración por objetivos, que separa de los diferentes niveles de la empresa, en donde el propósito es el cumplimiento de las estrategias y objetivos globales de una empresa (figura 50).

**Figura 50.** Interacción de los niveles en WILPAC



Nota: Elaborado por autores

#### **Estrategias gerenciales**

Para cumplir la visión que plantea WILPAC el nivel gerencial define una serie de objetivos integrales que permitirán la mejora continua en la empresa. Los objetivos que se plantean son los siguientes:

- **Reducción de costos:** Optimización de los recursos que son asignados. Esta estrategia comprende en optimizar todos los aspectos que forman parte de los procesos operacionales, es decir, los insumos, materiales y otros recursos indispensables para la operación de la empresa.
- **Cumplimiento de entregas:** Esta estrategia se centra en el cumplimiento eficaz de entregas del producto terminado, se considera esta estrategia como parte fundamental para el sostenimiento de la empresa que está en constante crecimiento.
- **Rentabilidad:** Recortes en el presupuesto. Con esta estrategia la empresa se enfoca a ser rentable en el tiempo, en la medida que se optimiza el manejo de los recursos que se asignan.

Los objetivos integrales de WILPAC se interrelacionan con los objetivos que se desarrollan en el nivel medio y operativo. Con el propósito de establecer la relación entre el nivel gerencial y los niveles medio y operativo, se conciben objetivos estratégicos que a medida que se desarrollen y se cumplan contribuirán al cumplimiento de los objetivos integrales establecidos por el nivel gerencial.

### **Estrategias de nivel medio y operativo**

Para cumplir con las estrategias gerenciales establecidas, es necesario interrelacionarlas con estrategias de nivel medio y operativo, y de esta forma lograr con la visión institucional.

- **Ejecutar el presupuesto de producción:** Esta estrategia comprende que la ejecución del costo de producción planificado es el resultado de la fabricación de los equipos y maquinarias con lo necesario, reduciendo actividades que no agregan valor en los procesos, desperdicios y tiempos perdidos.
- **Mejorar la eficiencia de los equipos de producción:** Esta estrategia se enfoca en visualizar y comprender que el estado de los equipos y máquinas que se utilizan en la producción de los productos que elabora WILPAC permiten fabricar con estándares de calidad y en el menor tiempo posible.

- **Producción sin accidentes:** Desde el punto de vista de la rentabilidad la reducción o eliminación de la accidentalidad genera ahorros, estrategia que se relaciona principalmente con el ahorro en tiempo de incapacidades, indemnizaciones y cambios de personal.
- **Cero reclamos por calidad y necesidades del producto:** Esta estrategia se relaciona directamente con la satisfacción del cliente y en la fabricación a tiempo y en las cantidades solicitadas, esta estrategia se convierte en un indicador directo de crecimiento económico para WILPAC y cualquier empresa.
- **Desarrollar y fortalecer las capacidades del talento humano:** El talento humano conforma la empresa y se encargan de los procesos administrativos y operacionales para la fabricación de los productos, por ello esta estrategia comprende en desarrollar y fortalecer las competencias y habilidades, no solo con el objetivo de normalizar y optimizar los procesos, sino también de motivar aspectos integrales en el progreso de su trabajo y vida diaria.
- **Sostener la seguridad de la cadena de suministro:** la seguridad física de toda la cadena, afianza la consecución de los estándares de operación.

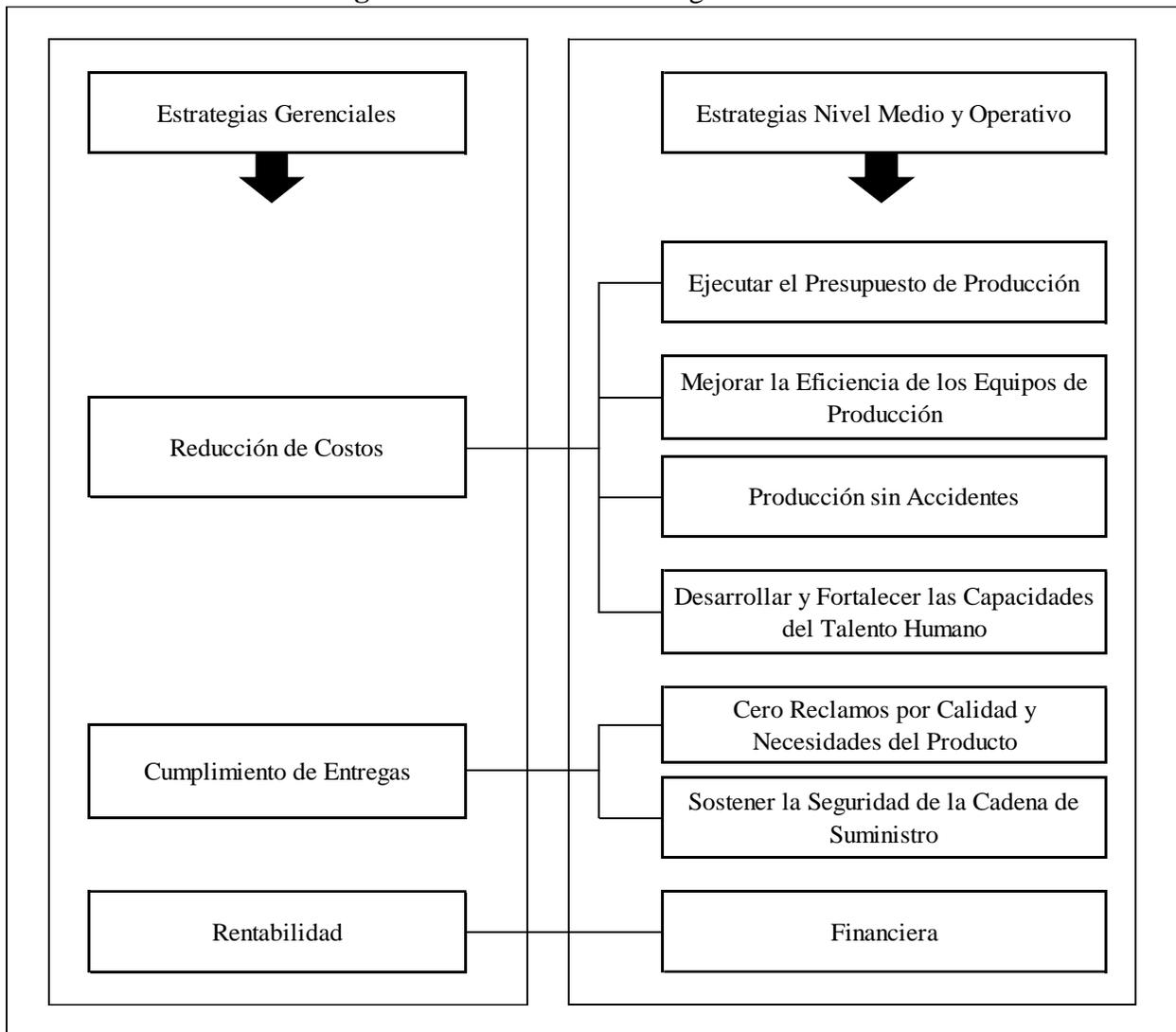
### **Objetivos empresariales.**

De las estrategias planteadas en el nivel gerencial surgen una serie de estrategias a nivel medio y operativo, en donde su propósito se centra en el mejoramiento de las operaciones, evidenciándose el engranaje de los tres niveles que existen en WILPAC. Las interacciones de las diferentes estrategias planteadas en la empresa se muestran en la figura 51.

Mejorar las operaciones en WILPAC es fundamental para el cumplimiento de los diferentes objetivos de la empresa, para ello se debe poner en marcha las diferentes estrategias planteadas.

Considerando las fases del mapa de procesos, se establecen estrategias u objetivos a nivel financiero, de clientes, procesos internos, crecimiento y aprendizaje. En cada estrategia se establecen objetivos que se ejecutan a nivel operativo. Estos son:

**Figura 51.** Interacción estrategias WILPAC



Nota: Elaborado por autores

### **Estrategia Financiera**

- **Ejecución del presupuesto planificado:** Esta estrategia comprende que los recursos que se asignan a cada una de las áreas productivas de WILPAC y a los planes que se ejecutan, no excedan lo programado.
- **Mejorar los niveles de producción:** Esta estrategia se desarrolla desde el nivel medio y operativo, optimizando recursos y disminuyendo las pérdidas que se generan en toda la cadena de suministro.

- **Reducción del costo unitario:** El fundamento primordial de esta medida es la reducción de los costos por unidad. Para una cantidad dada de costo, se busca brindar más unidades de productos, esto permite la reducción del costo unitario.

#### **Estrategia Cliente.**

- **Cero reclamos por calidad de producto:** Esta estrategia se relaciona con el aumento de clientes y ventas; lo que se quiere es que los clientes satisfechos con la calidad de los productos que se fabrican en WILPAC hagan eco de esta característica empresarial que es de alto estándar de calidad en las maquinarias y equipos industriales que se fabrican, de esta manera se abrirán puertas hacia nuevos mercados
- **Entrega eficaz y pertinente:** Con esta estrategia la empresa pretende entregar de manera oportuna y adecuada las maquinarias y equipos que se producen en la misma y son solicitados por los clientes, esto significa cantidades y referencias correctas en el tiempo correcto. Para ello debe cumplir con los planes de producción y despachos de producto programados.

#### **Estrategia Procesos Internos**

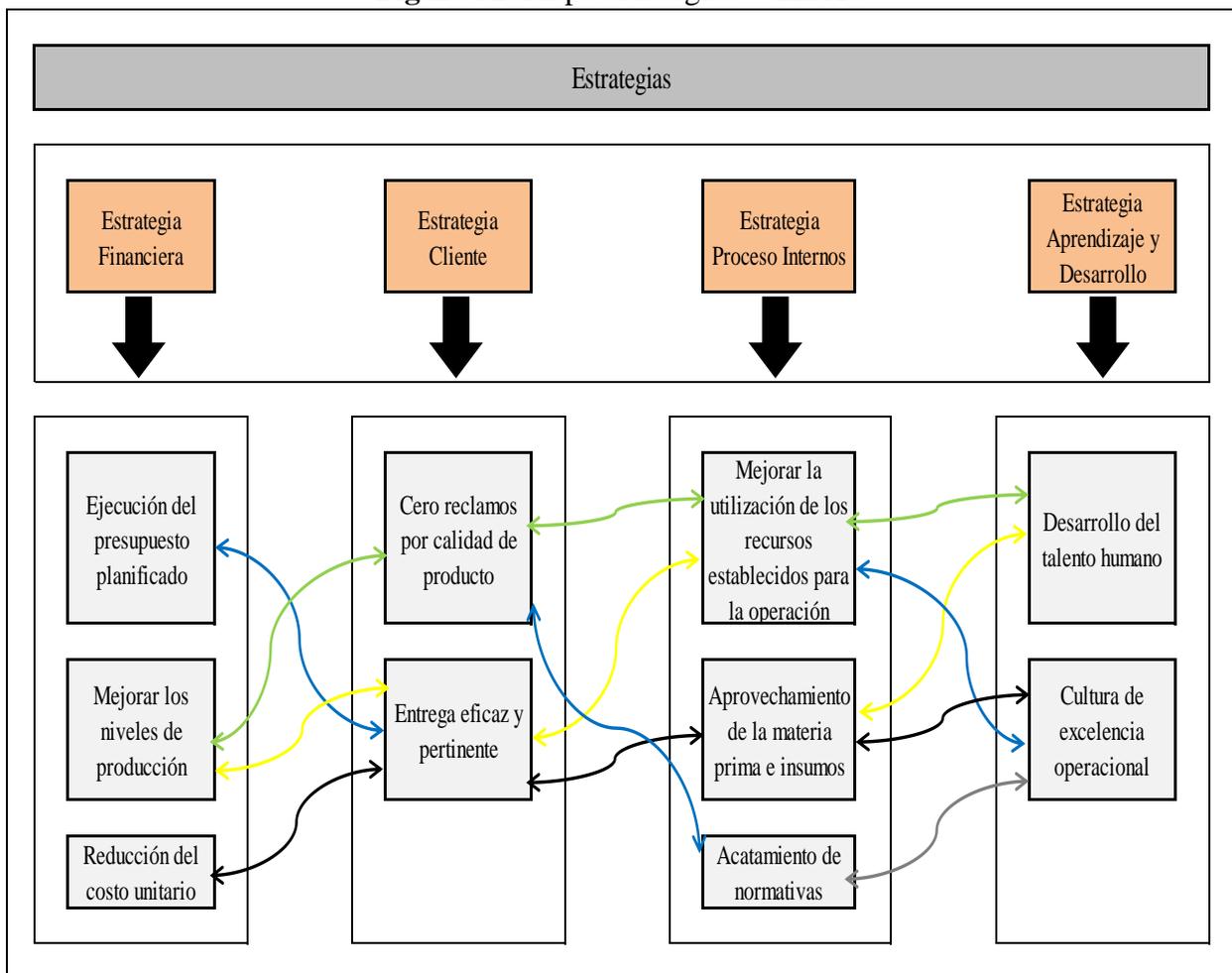
- **Mejorar la utilización de los recursos establecidos para la operación:** Esta estrategia busca el uso racional y adecuado para la fabricación de los equipos y maquinarias industriales, desde materias primas, insumos, recursos de operación, herramientas, costos de compra y logísticos; se busca además con esta estrategia la generación de indicadores de medición y de consumo.
- **Aprovechamiento de la materia prima e insumos:** Esta estrategia en la generación de acciones para mitigar las pérdidas o consumos excesivos de la materia prima e insumos utilizados en la en el proceso de fabricación de maquinarias y equipos industriales en WILPAC, consiguiendo que estos recursos se aprovechen al máximo.
- **Acatamiento de normativas:** Esta estrategia se orienta al acatamiento de normativas, reglamentos y todo lo que el estado y/o entidades gubernamentales soliciten para mantener en funcionamiento la empresa, y con esto garantizar principalmente que no haya afectación alguna del medio ambiente ni al entorno donde se desenvuelve WIPAC.

## Estrategia de Aprendizaje y Desarrollo

- **Desarrollo del talento humano:** Esta estrategia busca que los trabajadores de WILPAC se encuentren motivados en su puesto de trabajo; se debe garantizar escenarios óptimos para el crecimiento personal y profesional mediante capacitaciones continuas y empoderando a los empleados para que conciban que son parte primordial de WILPAC.
- **Cultura de excelencia operacional:** Esta estrategia supone comprender la empresa como un todo, pretendiendo que todas las secciones de la empresa y cada uno de sus colaboradores establezcan un flujo de valor sin interrupciones, mediante una planificación apropiada que garantice genere acciones que repercutan en la mejora continua de los procesos en WILPAC.

### 4.3.2.5. Mapa estratégico.

Figura 52. Mapa estratégico WILPAC



Nota: Elaborado por autores

En base a las estrategias establecidas se procede a plantear el mapa estratégico (figura 52), donde se expone la relación entre el nivel gerencial y el medio y operativo. Es importante mencionar que partiendo de la necesidad objetiva de la gerencia de WILPAC, se organiza acorde a la metodología Hoshin la implementación de diferentes estrategias que fundamentan los objetivos generales de la empresa que apalancan y gestionan desde cada nivel de la operación.

#### **4.3.2.6. Cuadro de mando gerencial y operativo de WILPAC.**

En el cuadro de integración (tabla 12) convergen todas las estrategias y objetivos establecidos, en este cuadro se detalla la interrelación que tienen y como contribuyen a la consecución de los objetivos planteados por la empresa.

**Tabla 12.** Cuadro de mando nivel gerencial y nivel medio y operativo WILPAC

Estrategias Gerenciales	Estrategias Nivel Medio y Operativo	Perspectiva	Estrategias WILPAC			Responsables	Cumplimiento
Rentabilidad	Ejecución del presupuesto	Financiera	Ejecución del Presupuesto	Mejorar los Niveles de Producción	Reducción del Costo Unitario	Gerente General Jefe de Producción	3 meses
Reducción de Costos	<p><b>Cumplir el presupuesto de producción:</b> Esta estrategia comprende que la ejecución del costo de producción planificado es el resultado de la fabricación de los equipos y maquinarias con lo necesario, reduciendo actividades que no agregan valor en los procesos, desperdicios y tiempos perdidos.</p>						
	<p><b>Desarrollar y fortalecer las capacidades del talento humano:</b> El talento humano conforma la empresa y se encargan de los procesos administrativos y operacionales para la fabricación de los productos, por ello esta estrategia comprende en desarrollar y fortalecer las competencias y habilidades, no solo con el objetivo de normalizar y optimizar los procesos, sino también de motivar aspectos integrales en el progreso de su trabajo y vida diaria</p>	Crecimiento y Aprendizaje	Desarrollo del Talento Humano	Cultura de Excelencia Operacional	Jefe de Talento Humano Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional	6 meses	

	<p><b>Producción sin accidentes:</b> Desde el punto de vista de la rentabilidad la reducción o eliminación de la accidentalidad genera ahorros, estrategia que se relaciona principalmente con el ahorro en tiempo de incapacidades, indemnizaciones y cambios de personal</p>						
	<p><b>Mejorar la eficiencia de los equipos de producción:</b> Esta estrategia se enfoca en visualizar y comprender que el estado de los equipos y máquinas que se utilizan en la producción de los productos que elabora WILPAC permiten fabricar con estándares de calidad y en el menor tiempo posible</p>	<p>Procesos Internos</p>	<p>Mejorar la utilización de los recursos establecidos para la operación</p>	<p>Aprovechamiento de la Materia prima e Insumos</p>	<p>Acatamiento de Normativas</p>	<p>Jefe de Producción</p>	<p>3 meses</p>

	<p><b>Sostener la seguridad de la cadena de suministro:</b> la seguridad física y de toda la cadena, garantiza el cumplimiento de estándares de operación</p>						
Cumplimiento de entregas	<p><b>Cero reclamos por calidad y necesidades del producto:</b> Esta estrategia se relaciona directamente con la satisfacción del cliente y en la fabricación a tiempo y en las cantidades solicitadas, esta estrategia se convierte en un indicador directo de crecimiento económico para WILPAC y cualquier empresa</p>	Clientes	Cero Reclamos por Calidad del Producto	Entrega Adecuada y Oportuna		Jefe de Producción	3 meses

Nota: Elaborado por autores

#### **4.3.2.7. Estructura y evaluación del sistema.**

Los “círculos de calidad” son parte importante en la estructuración y evaluación del sistema Hoshin Kanri, estos se conforman con el talento humano involucrado en las operaciones de cada uno de los niveles de la organización. Son los encargados de administrar, solucionar problemas, plantear acciones de mejora y tomar decisiones pertinentes para cumplir los objetivos. Los círculos de calidad deben tener espacios destinados para sus reuniones, ellos controlan una serie de indicadores que apalancan la mejora de los procesos (Serna, 2019). Se plantea para WILPAC la realización de reuniones mensuales, semanales y diarias, las que funcionarán según se detalla:

##### **Reunión Mensual**

- Los colaboradores encargados de desarrollar esta reunión son los líderes de producción, calidad, mantenimiento y talento humano, acompañados por la gerencia general y el planificador de la producción.
- La reunión una semana posterior al cierre del mes
- El objetivo de esta reunión es visualizar los indicadores mensuales y la consecución de los mismos según las metas propuestas
- Se evalúan las causas de las variaciones
- Se proponen acciones que se implementarán en durante el mes.
- La duración de la reunión es dos horas como máximo

##### **Indicadores Reunión Mensual**

Los indicadores que se analizarán en las reuniones mensuales son los siguientes:

**Número de días seguros:** Este indicador permitirá conocer cuántos días no ocurrieron accidentes, y que los colaboradores han estado seguros.

**Número de reclamos de producto:** Este indicador está directamente relacionado con los clientes, permitirá conocer las opiniones de los clientes respecto de las maquinarias y equipos entregados, además de las acciones implementarán para mejorar la calidad.

**Eficiencia de los equipos de producción:** Determina el tiempo y calidad de operación de los equipos de producción en el mes analizado.

**Avance de la matriz de destrezas:** Este indicador determina el avance de las capacitaciones realizadas a los colaboradores y la efectividad de las mismas en el desarrollo de las actividades diarias.

**Costo del producto:** Este indicador se utilizará para medir los recursos que se utilizan para la producción de las maquinarias y equipos agroindustriales (materia prima, mano de obra, energía, entre otros).

**Acatamiento obligaciones legales ambientales:** Este indicador evalúa el nivel de cumplimiento de las obligaciones para mantener operativa la empresa.

Además, los indicadores para las reuniones mensuales se cuentan con información del área de la empresa a analizar, la meta del indicador y el responsable (tabla 13).

**Tabla 13.** Indicadores a medir para reuniones mensuales

<b>Indicador</b>	<b>Área</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsable</b>
Número de días seguros	Procesos de Producción	Cero Accidentes	Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional
Número de reclamos del producto	Procesos de Producción	Máximo 3	Jefe de Producción
Eficiencia general de los equipos	Procesos de Producción	90%	Jefe de Producción
Porcentaje de Avance de la matriz de destrezas	Procesos de Producción	Mínimo 95%	Jefe de Talento Humano
Costo del producto	Procesos de Producción	100% del Costo presupuestado	Jefe de Producción
Acatamiento de obligaciones legales ambientales	Procesos de Producción	100%	Gerente administrativo

Nota: Elaborado por autores

En la figura 53 se muestra el formato para el seguimiento de los indicadores mensuales

**Figura 53.** Formato de seguimiento a indicadores mensuales

	Seguimiento y Evaluación Indicadores												
	Año .....												
Indicador	Objetivo			Cuadro de Mando Integral									
	Nombre			Rango								Calificación	
	Meta											Bajo	
	Fórmula											Medio	
	Unidad de Medida/Fórmula											Alto	
	Responsable del Cálculo												
	Fuente de Datos												
	Frecuencia de Datos												
Datos de Vigencia	Año												Total
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Resultado Mensual por Área ....													
Resultado Mensual por Área ....													
Resultado Mensual por Área ....													
Resultado Mensual Planta													
Cuadro de Mando Periodo													
Variables del indicador				Resultados del Indicador									
N°	Nombre de la Variable	Descripción de la Variable		Figura									
Valor Actual: Línea Base													
Análisis y Conclusiones													

Nota: Elaborado por autores

### **Reunión Semanal**

- Las reuniones semanales serán dirigidas por los líderes de producción, talento humano y seguridad y salud ocupacional.
- Se realizará una reunión por semana
- Se visualizarán la situación de los indicadores semanales
- Se verificarán las acciones propuestas y ejecutadas en la reunión mensual
- Se plantearán acciones para las observaciones de la semana
- El tiempo de la reunión semanal será máximo de una hora.

### **Indicadores Reunión Semanal**

Los indicadores que se analizarán en las reuniones semanales son los siguientes:

**Condiciones inseguras eliminadas:** Este indicador mide la disminución de actividades operacionales y espacios inseguros

**Porcentaje de defectuosos:** Este indicador evalúa la cantidad de productos en proceso o terminado no conforme (desperdicios) que no cumplen con los estándares de calidad solicitados.

**Disponibilidad:** Este indicador mide el tiempo que las máquinas y equipos de producción están fabricando y la eficiencia de los mismos.

**Cumplimiento de programas de capacitación:** Este indicador mide por cada sección y colaboradores el cumplimiento del programa de capacitación establecido.

**Cumplimiento del plan de producción:** Este indicador mide que los equipos y maquinarias agroindustriales fabricados sean las planificadas en el plan de producción.

Además, los indicadores para las reuniones semanales se contarán con información de la sección de la empresa a analizar, la meta del indicador y el responsable (tabla 14).

**Tabla 14.** Indicadores a medir para reuniones semanales

<b>Indicador</b>	<b>Área</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsable</b>
Condiciones inseguras eliminadas	Procesos de Producción	9	Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional
Porcentaje de defectuosos	Procesos de Producción	Máximo 2 %	Jefe de Producción
Disponibilidad	Procesos de Producción	95%	Jefe de Producción
Cumplimiento de programas de capacitación	Toda la empresa	Mínimo 90%	Jefe de Talento Humano
Cumplimiento del plan de producción	Procesos de Producción	100%	Jefe de Producción

Nota: Elaborado por autores

### **Reunión Diaria**

- Los encargados de dirigir y realizar las reuniones diarias son un colaborador del área de producción, un experto en mantenimiento y el asistente de seguridad y salud ocupacional.
- La reunión se realizará todos los días
- Se evalúa el comportamiento de los indicadores diarios
- Se hablarán sobre novedades sucedidas en la producción respecto mantenimiento, calidad y seguridad.
- Se tomarán acciones de manera inmediata para subsanar los inconvenientes presentados en la producción.
- El tiempo máximo de las reuniones diarias será de 45 minutos

### **Indicadores Reunión Diaria**

Los indicadores que se analizarán en las reuniones diarias se detallan en la tabla 15:

**Tabla 15.** Indicadores a medir para reuniones diarias

<b>Indicador</b>	<b>Área</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsable</b>
Unidades producidas por día / estándares de producción diario	Procesos de Producción	90%	Operadores producción de
Unidades defectuosas / unidades producidas	Procesos de Producción	0 %	Operadores producción de
Recursos consumidos / Estándares establecidos	Procesos de Producción	Cumplimiento de estándares	Operadores producción de
Paradas por mantenimiento correctivo / tiempo total programado	Procesos de Producción	Máximo 5% de paradas por mantenimiento correctivo	Operadores producción de

Nota: Elaborado por autores

### Acciones de mejora

Según el comportamiento de los indicadores mensuales, semanales y diarios planteados se deberá ejecutar acciones para la mejora de los mismos, estas acciones se desarrollarán según el formato de acciones de mejora que se muestra en la figura 54.

**Figura 54.** Formato de seguimiento a acciones de mejora

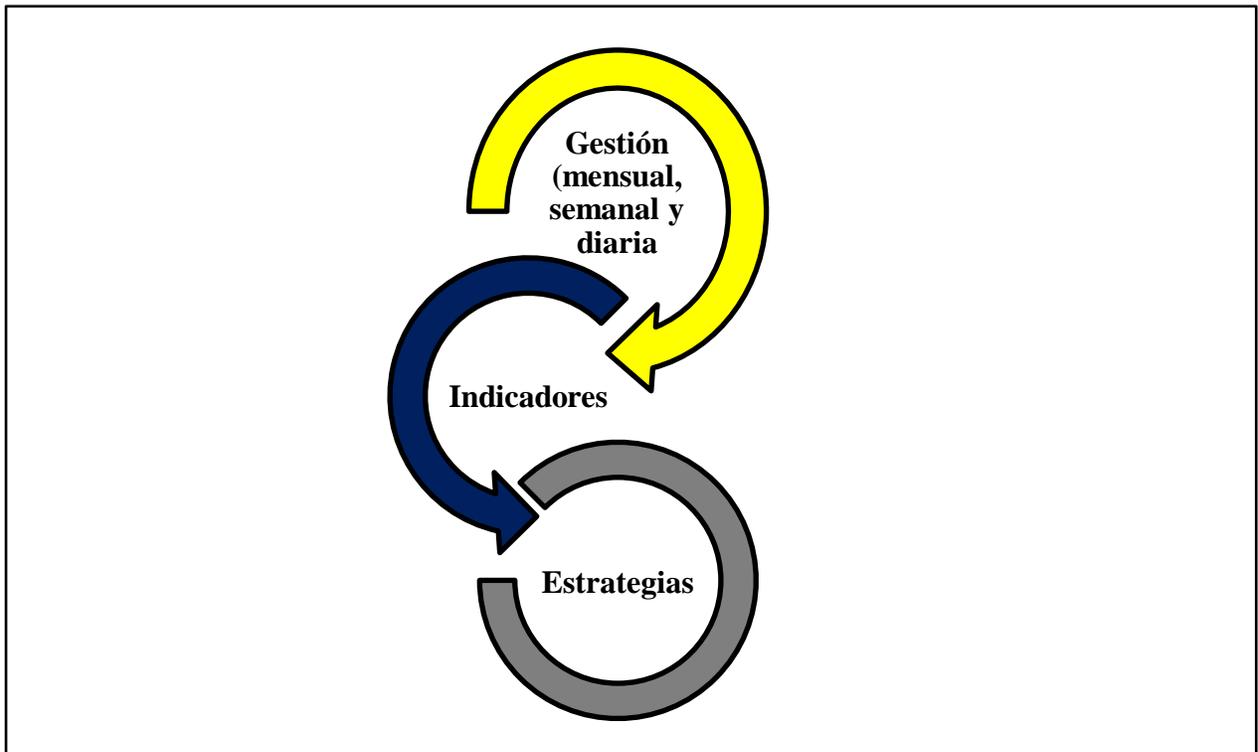
 <b>SEGUIMIENTO A ACCIONES DE MEJORA</b>							
Nº	Fecha Inicial	Descripción de la Acción de Mejora	Responsable	Origen de la Acción de Mejora	Estado	Fecha de Planeación	Fecha de Cierre
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

Nota: Elaborado por autores

### Relación entre los distintos niveles de WILPAC.

Con el liderazgo desde los distintos niveles de WILPAC se establece que los indicadores mensuales se gestionen desde el nivel gerencial, el nivel medio se debe enfocar en la gestión de los indicadores semanales y el nivel operativo en la gestión de los indicadores diarios, de esta todos los niveles de la organización estarán involucrados en gestionar de manera positiva los indicadores que se planteados. Además, la relación entre los distintos niveles permitirá la consecución de los objetivos organizacionales ejecutando las diferentes estrategias planteadas y sincronizadas como se detalla en la figura 55.

**Figura 55.** Relación de la gestión de estrategias entre los distintos niveles de WILPAC



Nota: Elaborado por autores

En su totalidad la empresa interrelaciona los procesos con el fin de conseguir el mejoramiento continuo en los mismos.

## CONCLUSIONES

Al realizar el diagnóstico al proceso de producción de la máquina banda transportadora en la empresa WILPAC se puede evidenciar que se realizan actividades que no están correctamente distribuidas y controladas, y como consecuencia existen 35 actividades que no agregan valor al proceso, las mismas que generan un tiempo de 10062 segundos (2 horas con 47 minutos y 42 segundos); además, se nota la inexistencia de registros adecuados en el proceso, constatándose con el estudio de tiempos que el 48.72% del total de actividades que se realizan tienen un bajo desempeño, esto representa 4328,73 segundos que corresponde al 4.68% del tiempo total utilizado para la fabricación de la banda transportadora; las actividades que no agregan valor son el inicio para la implementación de las herramientas de optimización necesarias.

Con el diagrama de recorrido (LAY OUT) podemos describir las condiciones de sus instalaciones al identificar los puntos críticos, de esta manera podemos establecer mejoras en la distribución de las áreas con el fin de minimizar los excesos de tiempos que se toma en el proceso de fabricación de la máquina banda transportadora, tal como se lo muestra en los resultados de las tabulaciones.

Las herramientas de manufactura esbelta identificadas y aplicables para la optimización del proceso de fabricación de la banda transportadora en WILPAC son SMED y Hoshin Kanri, las mismas que permiten a la empresa la reducción de tiempos improductivos; y, además integrar y concentrar todas las tareas posibles con los objetivos críticos para el éxito de la empresa.

La herramienta SMED es de gran valor para las empresas, debido a la búsqueda constante de crecimiento y sostenimiento en el mercado que realizan las organizaciones; esta necesidad lleva a las empresas como WILPAC a crear nuevas estrategias y nuevos métodos de trabajo. La necesidad de reducir los costos que se generan en las operaciones tiene repercusión positiva en su margen de utilidades. Con la aplicación del SMED mediante la eliminación de actividades que no agregan valor (externas), la empresa puede disminuir su tiempo estándar en el proceso de fabricación de la banda transportadora de 25,7 horas a 22,4 horas, esto representa un incremento de la productividad del 14.7%.

La propuesta de implementación de la herramienta Hoshin Kanri para la empresa WILPAC requiere de compromiso, no solo de la gerencia general, sino de cada uno de los colaboradores de la empresa, ya que es vital para que hagan suyos los objetivos y hagan consciencia de que cada actividad que realice WILPAC tiene una causa y un efecto en los resultados generales; en este sentido es importante la existencia de objetivos fijados en todos los niveles; además, de analizar las variables externas que afectan a la empresa de forma diferente.

## RECOMENDACIONES

WILPAC debe seguir aplicando otras técnicas y herramientas de manufactura esbelta para conseguir en el corto plazo si es posible la reducción y/o eliminación de los desperdicios que se generan en su proceso productivo, además de fortalecer la actitud positiva al cambio que tienen al interior de la empresa para la mejora continua.

El uso de la metodología SMED es aplicable en la fabricación de la máquina banda transportadora y su contribución a la reducción de tiempos innecesarios en el proceso es indiscutible. Para la empresa WILPAC que busca la reducción de sus costos operacionales, es una metodología ideal debido a su alcance y del objetivo demostrado.

La herramienta Hoshin Kanri propuesta en la empresa, se debe implementar de forma planificada para que no afecte en las actividades del proceso, se debe asignar el tiempo apropiado y razonable para las reuniones de seguimiento Hoshin, y de esta forma no caer en errores como la priorización de las operaciones sobre las estrategias planteadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J.; Urquiaga, A. & Gómez, M. (2001). Gestión de la Cadena de suministro. Centro de estudio de Tecnología de Avanzada (CETA) y Laboratorio de Logística y Gestión de la Producción (Logespro)". Ciudad Habana.
- Alarcón, María & Sanhueza, Angélica (2011). Optimización del proceso de elaboración de raciones en un servicio de alimentación colectiva. *Revista Theoria*, 20(2), 7-11. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/299/29928769002.pdf>.
- Aldavert, J.; Vidal, E.; Antonio, J. & Aldavert, X. (2016). Guía Práctica 5 S para la mejora continua hacer más con menos. Editorial Cims.
- Álvarez, M. (2013). *Cuadro de Mando Retail. Los Indicadores clave (KPI) de los comercios altamente efectivos*. Barcelona - España: Profit
- Altamirano, D. (2018). Manufactura Esbelta para disminuir desperdicios en montaje de calzado cementado. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. Disponible en [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28130/1/Tesis\\_t1427mgo.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28130/1/Tesis_t1427mgo.pdf)
- Arango, M.; Campuzano, Luis & Zapata, J. (2015), Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. *Revista Ingenierías*. Universidad de Medellín. 14(27). 221-234. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v14n27/v14n27a14.pdf>
- Aranibar, M. (2016). Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera. (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Disponible en [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5303/Aranibar\\_gm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5303/Aranibar_gm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arndt, P. (2005). Just in Time: El sistema de producción Justo a Tiempo. Trabajo de seminario. Disponible en <https://www.grin.com/document/43360>

- Arslankaya, S., & Atay, H. (2015). Maintenance management and lean manufacturing practices in a firm which produces dairy products, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 207, 214-224. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815052234>.
- Atehortua, Y. & Restrepo, J. (2010). Kaizen: Un caso de estudio. *Revista Scientia et Technica. Universidad Tecnológica de Pereira* 16(45), 59-64.
- Ballesteros, P. (2008). Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas Colombianas. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Bocanegra, M. (s/f). Propuesta de un método para la alineación del sistema de gestión de calidad de una organización a la norma ISO 9001:2015. (Tesis de posgrado). Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Celaya. Disponible en <http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/807/1/Mariana%20Bocanegra%20Lara%28enviada%29.pdf>
- Bravo, Juan (2011). Gestión de procesos (alineados con la estrategia). Santiago de Chile. Chile. Editorial Evolución S.A. Versión digital, disponible en [https://www.academia.edu/25290023/Libro\\_Gestion\\_de\\_Procesos](https://www.academia.edu/25290023/Libro_Gestion_de_Procesos)
- Cardozo, E., Rodríguez, C., & Guaita, W. (2011). Relación entre diseño organizacional y los principios de producción esbelta. *Revista COPÉRNICO*.
- Castaño, R. (2019). Distribución en planta (Lay-out). Centro Tecnológico CIDETER. Disponible en <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/distribucion-en-planta.pdf>
- Castillo, Gloria & Zapata, Lissette (2014). Análisis de la cadena productiva en el sector metalmecánico ecuatoriano que difunda el potencial exportador en la comunidad andina de naciones. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana.
- Carrión, C. & López, B., (2016). Evaluación de Procesos del Servicio Banco de Leche Humana del Instituto Nacional Materno Perinatal en el Año 2016. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9267/carrion\\_lopez\\_e](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9267/carrion_lopez_e)

valuacion\_de\_procesos\_del\_servicio\_banco\_de\_leche\_humana\_del\_instituto\_nacional\_materno\_perinatal\_en\_el\_a%c3%91o\_2016.pdf?sequence=1&isallowed=y

Chaluiza, T. (2021). Diseño de un Sistema de Gestión de la Calidad fundamentado en la norma ISO 9001:2015 para una empresa fabricante de maquinarias y equipos industriales del cantón Quevedo. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil, Ecuador. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20239>

Chase, R., & Jacobs, R. (2014). Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.

Cruz, J. & Jiménez, V., (2013). Proceso administrativo: Planeación, organización, dirección y control. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/proceso-administrativo-planeacion-organizacion-direccion-y-control/>

Díaz del Castillo, Felipe. (2009). Lecturas de ingeniería 6: La manufactura esbelta. Cuautitlán, México. Facultad de estudios superiores de Cuautitlán. Disponible en <https://civilgeeks.com/2017/11/21/la-manufactura-esbelta/>; o [http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/mecanica/mat/mat\\_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf)

Espín, F. (2013). Técnica SMED. Reducción del Tiempo Preparación. Tecnologías, Glosas de Innovación Aplicadas a la Pyme.

Felizzola, Jiménez & Luna, Amaya (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. 22(2), 263-277. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/772/77231016012.pdf>

García, Juan; León, Juan & Nuño, José (2017). Propuesta de un modelo de medición de la competitividad mediante análisis factorial. *Contaduría y Administración*, 62(2017), 775-791. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/cya/v62n3/0186-1042-cya-62-03-00775.pdf>.

Gavilanez, R. (2017). Optimización de los procesos de la línea de enlatados en la empresa SIPIA S.A. por medio de la metodología VSM. *udla*. Ecuador

- Gil, M.; Sanz, P.; Martín, J. & Galindo, J. (2012). *Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED*. Revista Técnica Industrial. 298. 46-54. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3955720>.
- Gómez, M. (2014). *Lean Manufacturing en español: Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias, era Ed.* Suiza: Imagen.
- Gómez, P. (2010). *Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad*. Gestión y Sociedad.
- González Correa, Francisco. (2007). *Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas*. Panorama Administrativo Journal. 2. 85-112. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/46531895\\_Manufactura\\_Esbelta\\_Lean\\_Manufacturing\\_Principales\\_Herramientas](https://www.researchgate.net/publication/46531895_Manufactura_Esbelta_Lean_Manufacturing_Principales_Herramientas)
- González, P.; Molina, J.; León, J. & Ruiz, R. (2010). *Evaluación del impacto del reprocesado en los sistemas Kanban*. Revista de Ingeniería y Organización, 46-53.
- González, R. & Jimeno, J. (2012). *¿Qué es Poka-Yoke? PDCA-Home*. Disponible en <https://www.pdcahome.com/poka-yoke/>
- Hernández, M. & Vizán, I. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Ibarra, Víctor; Ballesteros, Laura (2017). *Manufactura Esbelta*. Revista Conciencia Tecnológica, núm. 53, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94453640004>.
- Jablonsky, Josef & Skocdopolova, Veronika (2017). *Análisis y Optimización del Proceso de Producción en una Empresa Procesadora de Leche*. Revista Información Tecnológica. 28(4), 39-46. Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n4/art06.pdf>
- Jain, A.; Bhatti, R. & Singh, H. (2015). *OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance: a TPM concept*. International Journal of Quality & Reliability Management, 32(5), 503-516.

- Jara, Marco (2012). Propuesta de estudio para mejorar los procesos productivos en la sección metal mecánica, fábrica INDUGLOB. (Tesis de grado). Cuenca, Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana.
- Jilcha, K. (2015). Lean Philosophy for Global Competitiveness in Ethiopia Chemical Industries: Review. Computer Science. School of Mechanical and Industrial Engineering, Addis Ababa Institute of Technology, Addis Ababa University, Ethiopia. 8(6). 304-321. Disponible en [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45221166/2015\\_Lean\\_Phlosophy\\_for\\_Global\\_Co\\_mpetitivenses\\_\\_in\\_Ethiopian\\_Chemical\\_.pdf](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45221166/2015_Lean_Phlosophy_for_Global_Co_mpetitivenses__in_Ethiopian_Chemical_.pdf).
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). Administración de Operaciones. Procesos y Cadenas de Valor. México: Pearson.
- Liker, JK (2004). The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill.
- Lozano, L. (s/f.). HOSHIN KANRI: Método de Planeación Estratégica. Disponible en <http://www.zeusconsult.com.mx/hkanri.pdf>
- Madariaga, F. (2013). Lean Manufacturing. Versión 2.6.1. Creative Commons. Disponible en <https://drive.google.com/file/d/1NUdKTBMfa4kQUaM9KJ8cKNU0R2MT0ozU/view>
- Manotas, D. & Rivera L (2007). Medición en Lean Manufacturing: Relaciones entre Actividades Lean y Métricas Lean. Revista Estudios Gerenciales Universidad del Valle, 23 (105), pp 69-83, Disponible en [https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios\\_gerenciales/article/view/249/247](https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/249/247)
- Martín. J. (2018). Hoshin Kanri para triunfar. Disponible en <https://www.cerem.ec/blog/hoshin-kanri-para-triunfar>
- Martínez, M., & Colorado, J. (2015). Takt Time, el corazón de la producción. Revista Senna. 60-62. Disponible en <http://revistas.sena.edu.co/index.php/RVI/article/view/390/413>
- Meyers, F. E. (2000). Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil. México D. F., México: : Pearson educación.

- Morales, M. (2013). *Analítica Web para empresas Arte, ingenio y anticipación*. Barcelona - España: UOC.
- Morgho99, (2013). *Kaizen y principios*. Disponible en <https://es.scribd.com/presentation/154963997/1-Kaizen-y-Principios>
- Niebel, B. y Freivalds, A. (2010). *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México D.F., México. McGraw Hill.
- Ortiz, Daysi (2018). *Modelo de implementación del sistema de manufactura esbelta para la optimización de los procesos de producción textil*. (Tesis de posgrado). Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. Disponible en [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28326/1/Tesis\\_t1441mgo.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28326/1/Tesis_t1441mgo.pdf)
- Pedraza, L. (2013). *Mejoramiento productivo aplicando herramientas de manufactura esbelta*. *Revista Soluciones de Postgrado*, 3(5), 175-190. Disponible en <https://revistas.eia.edu.co/index.php/SDP/article/view/327>
- Peter, C. & Muñoz, F. (2009). *Evaluación bajo simulación de un sistema Just in Time*. *Revista enginy@eps*, 1, 18-21. Disponible en [http://ibdigital.uib.es/greenstone/sites/localsite/collect/enginy/index/assoc/Enginy\\_2/009v01p0/18.dir/Enginy\\_2009v01p018.pdf](http://ibdigital.uib.es/greenstone/sites/localsite/collect/enginy/index/assoc/Enginy_2/009v01p0/18.dir/Enginy_2009v01p018.pdf)
- PRO-ECUADOR (2015). *Análisis Sectorial de Metalmecánica Instituto de promoción de exportaciones e inversiones PRO-ECUADOR, ministerio de relaciones exteriores comercio e integración, Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones*.
- Quesada, H.; Buehlmann, U. & Arias, E. (2013). *Pensamiento Lean*. VirginiaTech Invent the Future.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. España
- Rentería, José (2016). *Implmentación del pensamiento esbelto: Impacto en instituciones de salud y en la generación de capacidades dinámicas*. (Tesis Doctoral). Bellaterra. Barcelona. Universitat Autònoma de Barcelona. Disponible en <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/400004/jars1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rodriguez, J. (2008). Determinación del tiempo estándar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera. (Tesis de grado). Sonora., Mexico: Instituto Tecnológico de Sonora. Disponible en [http://biblioteca.itson.mx/dac/sl/tesis/257\\_javier\\_rodriguez.pdf](http://biblioteca.itson.mx/dac/sl/tesis/257_javier_rodriguez.pdf).
- Rojas, A. & Soler, V. (2017). Lean manufacturing: Herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *Revista 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*. Edición especial, 116-124. Disponible en <https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/lean-manufacturing-herramienta-mejorar-la-productividad-las-empresas/>
- Salazar, B. (2019). Kaizen: Mejora continua. *Ingeniería industrial online.com*. Disponible en <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/kaizen-mejora-continua/>
- San Miguel, P. (2009). *Calidad*. Madrid: Paraninfo.
- Santillán, H.; Beltrán, J. & Armijos, J. (2013). Estudio para la optimización de la gestión de producción. (Tesis de grado). Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5387/1/UPS-GT000505.pdf>.
- Sarria, M., Fonseca, G. & Bocanegra-Herrera, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean Manufacturing. *Revista EAN*, 83, 51-71. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n83/0120-8160-ean-83-00051.pdf>.
- Serna, P. (2019). Propuesta de implementación de un sistema de gestión de indicadores tomando como referencia la metodología Hoshin Kanru para el proceso productivo de la compañía Heller Internacional S.A. Tesis de Grado. Universidad Católica del Oriente. Disponible en <https://repositorio.uco.edu.co/bitstream/handle/123456789/333/Propuesta%20de%20un%20sistema%20de%20gestion%20de%20indicadores.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Shingo, S (1993). *El sistema de producción Toyota desde el punto de vista de la ingeniería*. Tercera edición. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción

- Suárez, M. (2007). El Kaizen: La filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la administración por calidad total. México. Panorama Editorial.
- Suzuki, T. (2017). TPM en industrias de proceso. Routledge.
- Tapia, Jessica; Escobedo, Teresa; Barrón, Enrique; Martínez, Guillermina & Estebané, Virginia (2017). Marco de referencia de la aplicación de manufactura esbelta en la industrial. *Ciencia y Trabajo* 19(60), 171-178. Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/cyt/v19n60/0718-2449-cyt-19-60-00171.pdf>
- Torres, J.; Vázquez, J.; Castillo, F.; Contreras, E.; Urzúa, R. & Beltrán, G. (2011). Sistema Poka - Yoke. *Revista Programación Matemática y Software* 3(1). Disponible en <http://www.progmat.uaem.mx:8080/Vol3Num1/Volumen%203%20num%201%20articulo%201.pdf>.
- Valencia, Javier; Lambán, María Pilar, & Royo, Jesús (2014). Modelo analítico para determinar lotes óptimos de producción considerando diversos factores productivos y logísticos. *Dyna*, 81(184), 62-70. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496/49630405009>
- Vidal, S. (2007). Estrategia logística del justo a tiempo para crear ventajas competitivas en las organizaciones *Revista Prospectiva*. 5(1). 78-81. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496251109013.pdf>
- Villalvazo, J. (2010). Modelo de Integración de Manufactura Esbelta – Seis Sigma con principios de Ingeniería Concurrente adaptable a Pymes. (Tesis de posgrado). Monterrey., Mexico: Instituto Tecnológico de Monterrey. Disponible en [https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/569660/DocsTec\\_10457.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/569660/DocsTec_10457.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Wilches, M. J., Cabarcas, J. C., Lucuara, J. y Gonzalez, R. (2013). Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para el mejoramiento de la cadena de valor de una línea de producción de sillas para oficina. *Revista Dimensión Empresarial*, vol. 11, Núm. 1, pp. 126-136.

Yacuzzi, E. (2005). La gestión Hoshin: Modelos, aplicaciones, características distintivas. Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos (CEMA). Disponible en <https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/316.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1. Recopilación de información para estudio de tiempos



## Anexo 2. Proceso Máquinas - Herramientas



### Anexo 3. Construcción banda fija



#### Anexo 4. Construcción y montaje de rodillos



## Anexo 5. Ensamble final banda transportadora

