



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Proyecto de investigación previo a  
la obtención del título de Ingeniero  
Industrial

**Proyecto de investigación**

**PROPUESTA DE UNA NUEVA DISTRIBUCION DE PLANTA EN EL ÁREA  
DE PRODUCCION EN LA EMPRESA WIL-PAC S.A EN LA FABRICACION  
DE BANDAS TRANSPORTADORAS DE PISO**

**Autor**

**Alan Joel Flores Barro**

**Director de Proyecto de Investigación**

**Ing. Leonardo Arturo Baque Mite MSc**

**Quevedo - Los Ríos –Ecuador**

**2019**



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Flores Barro Alan Joel**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Alan Joel Flores Barro**  
**C.C # 080338955-0**



## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, Ing. Leonardo Arturo Baque Mite MSc, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Flores Barro Alan Joel, realizo el Proyecto de Investigación de grado titulado “Propuesta de una nueva distribución de planta en el área de producción en la empresa WIL-PAC S.A en la fabricación de bandas transportadoras de piso”; bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Ing. Leonardo Arturo Baque Mite MSc.

**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION**



## CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Por medio del presente me permito certificar, que el Sr. Alan Joel Flores Barro, estudiante egresado de la carrera de Ingeniería Industrial paralelo A, una vez que se revisó el proyecto de investigación titulado **“PROPUESTA DE UNA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA WIL-PAC S.A EN LA FABRICACIÓN DE BANDAS TRANSPORTADORAS DE PISO”**; tengo a bien certificar que se realizó la revisión respectiva del por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable del 9%. Se adjunta imagen del sistema **Urkund**.

The screenshot shows the Urkund interface with the following details:

- Navigation: [VOLVER A LA VISTA GENERAL DEL ANÁLISIS](#)
- Actions: Refresh, Download, Help, and [CONFIGURACIÓN](#) (dropdown)
- Table of results:

REMITENTE	ARCHIVO	SIMILITUD
alan.flores2013@uteq.edu.ec	<a href="#">tesis para revision 2000.docx</a>	9 %

At the bottom, there are three tabs: **COINCIDENCIAS** (selected), **FUENTES**, and **DOCUMENTO COMPLETO**.

---

Ing. Leonardo Arturo Baque Mite, MSc.  
**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Propuesta de una nueva distribución de planta en el área de producción en la empresa WIL-PAC S.A en la fabricación de bandas transportadoras de piso”

Presentado a la Concejo Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Aprobado por:

---

Ing. Luis Mera Chinga MSc.  
**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**

---

Ing. Miguel Socasi Gualotuña MSc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. José Barros Enríquez MSc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2019

## **AGRADECIMIENTO**

Por finalizar este proceso y formarme como ingeniero industrial agradezco a Dios por darme salud y vida en este periodo académico y tenerme en el camino del bien. A mi madre Dora Dila Flores Barro que siempre me ha brindado su apoyo incondicional a mi novia Dennisse Pilataxi por ayudarme y apoyarme en mi formación profesional. A mis familiares por inculcarme principios y valores y formarme como una persona de bien, a mis compañeros por siempre creer en mí y darme fuerzas para seguir estudiando.

A los docentes que forman parte de la universidad por transmitir sus conocimientos y formarme profesionalmente, al ingeniero Leonardo Baque Mite quien con sus correcciones ayudaron a culminar este proceso.

## **DEDICATORIA**

Quisiera comenzar agradeciendo a Dios por la familia tan maravillosa que me dio y agradecerle por mantenerme con vida, Esta tesis es dedicada a mi madre Dora Dila Flores Barro ya que ella siempre me ha brindado su apoyo incondicional ha sido la persona que me ha motivado y apoyado a lo largo de este extenso proceso, a mis familiares ya que de una u otra manera han influido en mi preparación universitaria.

A mis compañeros por apoyarme y brindarme su ayuda siempre que lo he necesitado y estar pendiente de mi a cada momento, a los docentes de la universidad por impartir sus conocimientos conmigo y aclarar las dudas en el ámbito académico.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de optimizar la producción en el proceso de fabricación de bandas transportadoras de piso en la empresa WIL-PAC, con ello disminuir costos innecesarios en los que se han incurrido a lo largo de los años tales como paros inesperados, retrasos, interrupción en los procesos. La nueva redistribución de planta se centra en solucionar o minimizar estos problemas que se han venido dando en el proceso tales como la mala coordinación en el tiempo de fabricación, el tiempo improductivo de algunos trabajadores, incumplimiento en el tiempo de entrega etc. El objetivo primordial del proyecto es disminuir los problemas antes mencionados realizando una propuesta en el proceso de fabricación de bandas transportadoras, evaluando el proceso actual y comparándolo con la nueva propuesta, con ello determinar la eficacia de la nueva redistribución. La empresa actualmente aplica la distribución por proceso la cual no es la correcta para la fabricación de este tipo de maquinarias por lo cual se propone cambiar la distribución de planta por una nueva (distribución de planta por posición fija) ya que debido a las grandes dimensiones y al exagerado peso de la misma es la distribución adecuada en este tipo de proceso. Con la nueva propuesta se prevé reducir las grandes distancias y eliminan las interrupciones que presentan, ocasionando retrasos en el proceso. El primer capítulo se centra en el análisis del proceso actual en la fabricación de bandas transportadoras de piso realizando estudios de tiempo, diagrama de flujo, diagrama de recorrido, tipo de distribución que aplica la empresa, estado actual de las maquinarias que intervienen en el proceso. El segundo capítulo identificar el tipo de distribución que actualmente aplica la empresa para proponer el más adecuado en la fabricación de este tipo de maquinarias. El tercer capítulo busca reordenar espacios necesarios para movimiento del material, almacenamiento, equipos y/o líneas de producción para optimizar este tipo de procesos.

**Palabras claves:** distribución, análisis, implementación.

## ABSTRACT

This research work was carried out with the purpose of optimizing the production in the manufacturing process of floor conveyor belts in the WIL-PAC company, thereby reducing unnecessary costs incurred over the years such as Unexpected stoppages, delays, interruption in processes. The new plant redistribution focuses on solving or minimizing these problems that have been occurring in the process such as poor coordination in the manufacturing time, the unproductive time of some workers, non-compliance in the delivery time etc. The main objective of the project is to reduce the aforementioned problems by making a proposal in the manufacturing process of conveyor belts, evaluating the current process and comparing it with the new proposal, thereby determining the effectiveness of the new redistribution. The company currently applies the distribution by process which is not the correct one for the manufacture of this type of machinery, therefore it is proposed to change the distribution of plant by a new one (distribution of plant by fixed position) since due to the large dimensions and the exaggerated weight of it is the appropriate distribution in this type of process. With the new proposal it is planned to reduce the great distances and eliminate the interruptions that they present, causing delays in the process. The first chapter focuses on the analysis of the current process in the manufacture of floor conveyor belts performing time studies, flow chart, route diagram, type of distribution applied by the company, current state of the machinery involved in the process . The second chapter identifies the type of distribution currently applied by the company to propose the most appropriate in the manufacture of this type of machinery. The third chapter seeks to reorder necessary spaces for material movement, storage, equipment and / or production lines to optimize this type of process.

**Keywords:** distribution, analysis, implementation.

## TABLA DE CONTENIDO

Cubierta y portada.....	i
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Certificado de reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.....	iv
Certificado de aprobación del tribunal de sustentación.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria .....	vii
Resumen ejecutivo y palabras clave.....	viii
Abstract and Keywords.....	ix
Tabla de contenido.....	x
Tabla de contenido.....	xi
Tabla de contenido.....	xii
Tabla de contenido.....	xiii
Índice de tablas .....	xiv
Índice de figuras.....	xv
Código dublin .....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Diagnóstico.....	3
1.1.3. Formulación del problema.....	4
1.1.4. Sistematización del problema.....	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2.1. Marco conceptual.....	7
2.1.5. Qué es un diagrama de flujo.....	17
2.1.5.1. Historia.....	17
2.1.6. Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto.....	18
2.1.9. Utilización de software en la Distribución en Planta .....	31
2.1.9.1. Resumen:.....	31
2.1.9.3. Utilización de AB-POM.....	33
CAPÍTULO III.....	43
3.1. Localización.....	44
3.2. Tipo de investigación.....	44
3.2.9. Cuantitativa.....	44

3.3.	Métodos de investigación.....	45
3.3.9.	Deductivo.....	45
3.3.10.	Observación.....	45
3.3.11.	Analítico.....	45
3.3.12.	Encuesta.....	45
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	46
3.4.9.	Fuente primaria.....	46
3.4.10.	Fuente secundaria.....	46
3.5.	Diseño de la investigación.....	46
3.6.	Instrumentos de investigación.....	46
3.6.9.	Observación directa.....	46
3.6.10.	Entrevista.....	46
3.6.11.	Consultas bibliográficas.....	47
3.7.	Tratamiento de los datos.....	47
3.8.	Recursos humanos y materiales.....	47
3.8.9.	Recursos humanos.....	47
3.8.10.	Recursos materiales.....	47
CAPÍTULO IV.....		48
4.1.	Resultados.....	49
4.2.	Análisis de la situación actual del procesadoras.....	49
4.3.	Personal que trabaja en la empresa.....	49
4.3.9.	Personal administrativo.....	49
4.3.11.	Plano actual de la empresa.....	50
4.3.12.	Tipo de distribución que aplica la planta.....	50
4.3.13.	Diagrama de flujo del proceso actual.....	51
4.3.13.1.	Análisis del diagrama de flujo.....	52
4.3.14.	Estudio de tiempo en la fabricación de bandas transportadoras de piso.....	52
4.3.17.	Diagrama de recorrido.....	54
4.3.18.	Equipos.....	55
4.4.	Identificar el tipo de distribución de planta que permita optimizar la producción.....	55
4.4.2.	Nueva distribución de planta.....	56
4.5.17.	Diagrama de flujo.....	65
4.5.18.	Propuesta de la nueva contratación de un soldador.....	66
4.5.20.	Maquinas producidas por mes.....	67
CAPITULO V.....		66
5.1	Conclusión.....	67
CAPITULO VI.....		68
6.1	Recomendación.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....		74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 elementos de producción .....	7
figura 2 distribución por producto.....	9
figura 3 distribución por proceso .....	10
figura 4 distribución por posición fija.....	11
figura 5 distribución de tecnología de grupo o celular.....	11
figura 6 distribución justo a tiempo .....	12
figura 7 diagrama de recorrido.....	13
figura 8 diagrama causa-efecto .....	18
figura 9 software ab:pom .....	33
figura 10 localidad de la empresa.....	44
figura 11 plano actual de la empresa.....	50
figura 12 diagrama de proceso .....	51
figura 13 distribución por producto que aplica la empresa .....	56
figura 14 diagrama de relación de actividades según software corelap .....	60
figura 15 ordenamiento de los departamentos según software corelap.....	61
figura 16 diseño adecuado según software corelap.....	62
figura 17 diagrama de hilos.....	63
figura 19 diagrama de flujo.....	65
figura 20 banda transportadora de.....	79
figura 21 elebadores.....	78
figura 22 silo de almacenamiento.....	79
figura 23 silo de almacenamiento .....	79
figura 24 pesado y empaquetado.....	79
figura 25 secadora industrial .....	80
figura 26 silo de almacenamiento.....	79
figura 27 cortadora de mazorca.....	81
figura 28 dosificadora.....	80
figura 29 desbabadora .....	82
figura 30 pesado y empaquetado.....	80
figura 31 exteriores de la empresa .....	83
figura 32 nuevas instalaciones.....	80
figura33 torno.....	81
figura 34 cortadora plasma.....	84

figura 35 cortadora de disco.....	84
figura 36 taladro de banco.....	85
figura 37 soldadora.....	85
figura 38 fresadora .....	86
figura 39 nuevo plano.....	101

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 razón de la empresa.....	39
tabla 2 personal administrativo de la empresa .....	49
tabla 3 obreros de la empresa.....	49
tabla 4 estudio de tiempo .....	52
figura 5 diagrama de recorrido de banda transportadora de piso .....	54
tabla 6 estado de maquinarias de la empresa .....	55
tabla 7 coeficiente k .....	58
tabla 8 cálculo de superficie de máquinas y herramientas .....	58
tabla 9 cálculo de la superficie de la maquina.....	59
tabla 10 código de razones.....	60
tabla 11 hoja de trabajo de relación de actividades .....	64
tabla 12 tiempo con 1 operario.....	67
tabla 13 tiempo con dos operarios .....	66
tabla 14 maquinas producidas por mes .....	67
tabla 15 encuesta realizada al gerente de la empresa. ....	77

## CÓDIGO DUBLIN

Título:	Propuesta de una nueva distribución de planta en el área de producción en la empresa WIL-PAC S.A en la fabricación de bandas transportadoras de piso			
Autor:	Alan Joel Flores Barro			
Palabras clave:	Distribución	Analisis	Implementacion	-----
Fecha de publicación:				
Editorial:				
<b>Resumen:</b>	<p><b>Resumen.-</b> El presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de optimizar la producción en el proceso de fabricación de bandas transportadoras de piso en la empresa WIL-PAC, con ello disminuir costos innecesarios en los que se han incurrido a lo largo de los años tales como paros inesperados, retrasos, interrupción en los procesos. La nueva redistribución de planta se centra en solucionar o minimizar estos problemas que se han venido dando en el proceso tales como la mala coordinación en el tiempo de fabricación, el tiempo improductivo de algunos trabajadores, incumplimiento en el tiempo de entrega etc. El objetivo primordial del proyecto es disminuir los problemas antes mencionados realizando una propuesta en el proceso de fabricación de bandas transportadoras, evaluando el proceso actual y comparándolo con la nueva propuesta, con ello determinar la eficacia de la nueva redistribución. La empresa actualmente aplica la distribución por proceso la cual no es la correcta para la fabricación de este tipo de maquinarias por lo cual se propone cambiar la distribución de planta por una nueva (distribución de planta por posición fija).</p> <p><b>Abstract. -</b> This research work was carried out with the purpose of optimizing the production in the manufacturing process of floor conveyor belts in the WIL-PAC company, thereby reducing unnecessary costs incurred over the years such as Unexpected stoppages, delays, interruption in processes. The new plant redistribution focuses on solving or minimizing these problems that have been occurring in the process such as poor coordination in the manufacturing time, the unproductive time of some workers, non-compliance in the delivery time etc. The main objective of the project is to reduce the aforementioned problems by making a proposal in the manufacturing process of conveyor belts, evaluating the current process and comparing it with the new proposal, thereby determining the effectiveness of the new redistribution. The company currently applies the distribution by process which is not the correct one for the manufacture of this type of machinery, therefore it is proposed to change the distribution of plant by a new one (distribution of plant by fixed position) since due to the large dimensions and the exaggerated weight of it is the appropriate distribution in this type of process.</p>			
Descripción:	101 hojas: Dimensiones 29x21 cm :CD-Rom			
URI:				

## INTRODUCCIÓN

Es de indispensable importancia tener conocimiento acerca de la distribución de planta puesto que es una base para implementar nuevos procedimientos, diagramas de flujo, hojas de tiempo, dando como resultado una correcta distribución siendo un beneficio para el mejoramiento continuo de las empresas. El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo debe cumplir con determinados objetivos:

- Optimización de recursos humanos.
- Reubicación de maquinarias.
- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- La maximización de los ingresos de la empresa.

Actualmente en Quevedo la distribución en planta se ha venido dando de manera favorable ya que es una ciudad en crecimiento y netamente agrícola y muchas empresas tienen la necesidad de aumentar la producción aplicando distribución en planta para optimizar el proceso y satisfacer las necesidades de sus clientes

La nueva propuesta de distribución de planta en el área de producción en la empresa WIL-PAC S.A en la fabricación de bandas transportadoras de piso que se ajuste a las necesidades actuales de la empresa y que optimice el proceso en la fabricación de bandas transportadoras de piso. La empresa WIL-PAC S.A es pionera en la fabricación de bandas transportadoras de piso en la ciudad de Quevedo y lo hace desde su creación el 1ro de noviembre del 2005, el principal objetivo de su fundador Wilson Avilés Rodríguez, fue crear maquinarias con 2 principales objetivos: Calidad y economía (minimizar el tiempo, mano de obra y energía).

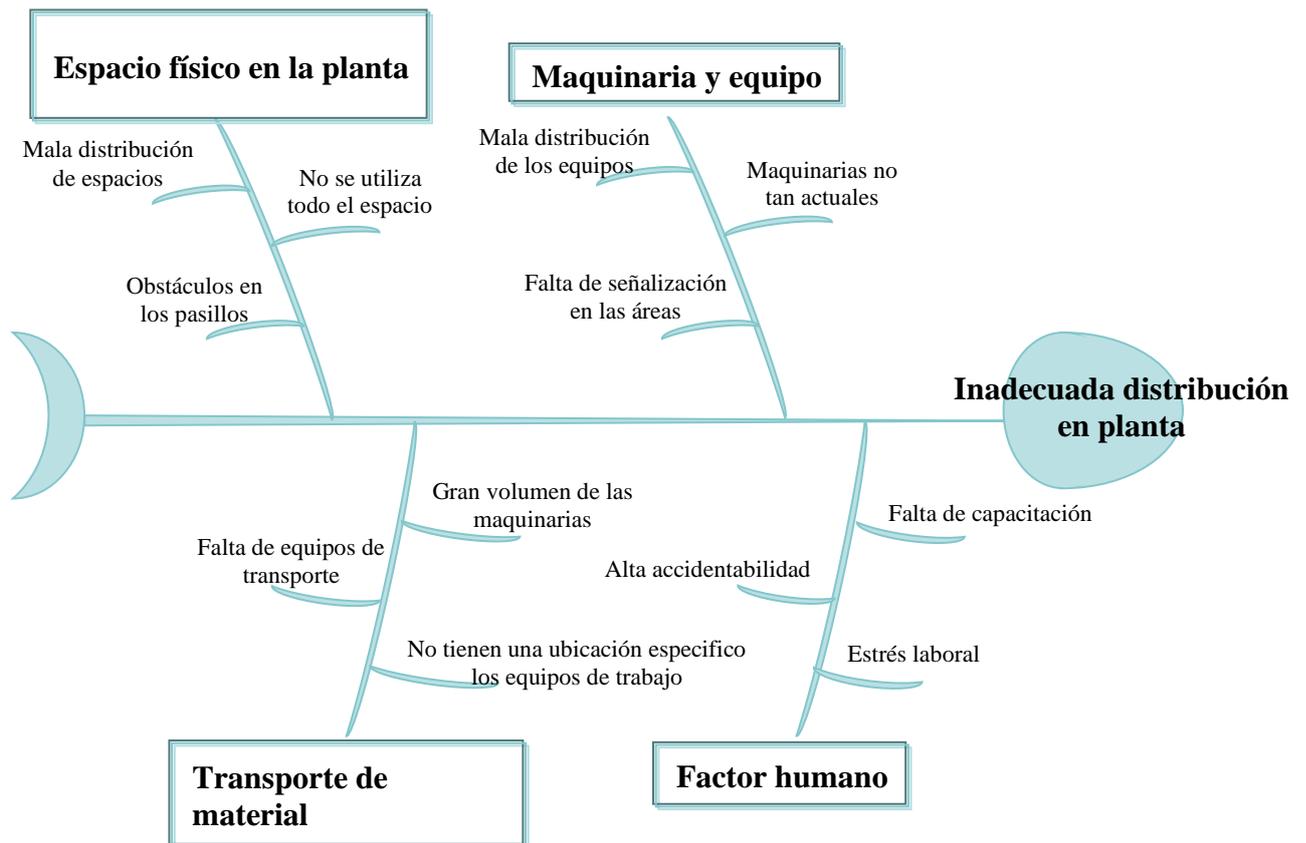
La empresa está comprometida con la optimización de procesos agrícolas, orientado principalmente a la reducción de gastos por operación y mantenimiento de otras máquinas convencionales, garantizando inicialmente la calidad en sus máquinas.

**1. CAPÍTULO**  
**TEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Problema de investigación

### 1.1.1. Planteamiento del problema

En la empresa WIL-PAC S.A se constató los inconvenientes en el proceso, por una inadecuada planeación al momento de realizar la distribución de planta identificando las causa-efecto mediante el diagrama Ishikawa.



### 1.1.2. Diagnostico

Mediante el análisis realizado a través del diagrama Ishikawa de causa-efecto se identifica la problemática entre las cuales se puede mencionar:

La empresa WIL-PAC S.A presentan interrupción en otros procesos por lo cual los trabajadores deben paralizar su actividad cotidiana lo cual provoca tiempo muerto situación que causa deficiencia en el proceso de producción, es decir uno de los problemas más comunes que se identificó fue el tiempo improductivo de sus trabajadores debido a la mala planeación de los procesos

La empresa WIL-PAC S.A en algunos casos ha extendido la entrega de las bandas transportadoras de piso debido a la variedad de maquinarias que elaboran tales como (secadoras industriales, elevadores, silo de almacenamiento, clasificadoras, limpiador neumático, pesador y ensacador, desbabadora) debido a este inconveniente debería aumentar el personal o extender los horarios para poder cumplir con la demanda actual

### **1.1.3. Formulación del problema**

¿La redistribución de planta en el proceso de la fabricación de bandas transportadoras permitirá optimizar la producción?

### **1.1.4. Sistematización del problema**

¿Cómo realizar un estudio de tiempo que nos permita evaluar los procesos para determinar el tiempo que se requiere en la fabricación de las bandas transportadoras de piso?

¿Qué diseño de planta sería adecuado para optimizar el proceso en la fabricación de bandas transportadoras de piso?

¿Cómo se puede incrementar la producción de la empresa?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Elaborar propuesta de redistribución de planta en el área de fabricación de bandas transportadoras de piso de la empresa WIL-PAC S.A para optimizar el proceso.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- ✓ Analizar la situación actual del proceso de fabricación de bandas transportadoras de piso.
- ✓ Identificar el tipo de distribución de planta que permita optimizar la producción.
- ✓ Reordenar espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, equipos y/o líneas de producción

### **1.3. Justificación**

El presente proyecto de investigación se centra en el proceso de la fabricación de bandas transportadoras de piso, según el diagnóstico se identificó que hay movimientos inadecuados, retrasos a la hora de entregar las maquinarias, mala coordinación en los tiempos por proceso, interrupción a la hora de transportar material, interrupción al momento de abastecer la bodega, la nueva propuesta se centró en disminuir estos inconvenientes que ocasionan pérdidas a la empresa.

Se planifican mejoras en los métodos de trabajo lo que justifica una redistribución de la planta, ya mencionadas algunas de las razones por las cuales es importante una buena distribución de planta y como esto puede impactar las actividades de un proceso productivo, vale la pena mencionar que una de las oportunidades más importantes que se pueden presentar es aplicar una nueva distribución de los espacios en el área de producción.

En el presente trabajo se busca optimizar el proceso de producción, y proponer una redistribución de planta que busca disminuir los problemas que se han venido dando a lo largo de los años de igual manera se busca de las áreas de trabajo de los trabajadores no les afecte ergonómicamente en sus labores diarios previniendo enfermedades ocasionadas por mala postura

**2. CAPÍTULO**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA**  
**INVESTIGACIÓN**

## 2.1. Marco conceptual

### 2.1.1. Las distribuciones en el pasado

Históricamente, la ordenación de las áreas de trabajo, es casi tan vieja como el hombre mismo. Las primeras «distribuciones» eran producto del hombre que llevaba a cabo el trabajo, o del arquitecto que proyectaba el edificio. Hay muchos ejemplos en los archivos que ilustran el arreglo de lugares de trabajo, y que contienen planos de edificación. Todos muestran un área de trabajo para una misión o servicio específico, pero sin que parezcan reflejar la aplicación de ningún principio. [1]

**Figura 1** Elementos de producción



**FUENTE:** Richard M. (Distribución en planta)

La producción es el resultado del trabajo de los hombres, materiales y maquinaria. El hombre toma una o más piezas o trozos de material y con la ayuda de la maquinaria (incluyendo las herramientas y equipo de todas clases) cambia la forma, la naturaleza, o las características químicas del mismo o le añade otros, materiales. El resultado es un producto. Este producto tiene ahora más valor que la pieza o piezas originales, y puede ser vendido con beneficio respecto a los gastos en Mano de obra, Materiales y Maquinaria. Pero la misión de organizar a los hombres, material y maquinaria, de modo que su trabajo sea eficiente, corresponde a la Administración. A ella atañe el procurarse los hombres, los materiales y la maquinaria y el crear una distribución de modo que estos elementos puedan trabajar conjuntamente y con efectividad. La buena distribución en planta es, pues, una responsabilidad de la Administración. [1]

Esto no significa, necesariamente, que el primitivo trabajo de producción no fuese eficiente; en multitud de casos era tan efectivo como lo permitían la capacidad de los

hombres, materiales, y maquinaria de la época. De hecho, según tenemos conocimiento, ciertos métodos de la construcción naval, usados y registrados por los venecianos, no fueron vueltos a usar en dicho tipo de industria hasta casi la época de la Segunda Guerra Mundial. Pero la cuestión es que estas primitivas distribuciones eran principalmente la creación de un hombre en su industria particular; había poquísimos objetivos específicos o procedimientos reconocidos, de distribución en planta. [1]

Con el advenimiento de la revolución industrial, hace unos 150 años, se transformó en objetivo económico, para los propietarios, el estudiar la ordenación de sus fábricas. Las primeras mejoras fueron dirigidas hacia la mecanización del equipo. Se dieron cuenta también, de que un taller limpio y ordenado era una ayuda tangible. Alrededor de primeros de siglo, la especialización del trabajo empezó a ser tan grande que el manejo de los materiales empezó también a recibir una mayor atención por lo que se refiere a su movimiento entre dos operaciones. Con el tiempo, los propietarios o sus administradores empezaron a crear conjuntos de especialistas para estudiar los problemas de la distribución. Con ellos llegaron los principios y técnicas que hoy en día conocemos. [1]

Primitivamente se tendía solamente a agrupar las máquinas y los procesos similares; a alinear las áreas de trabajo en filas ordenadas, delimitando pasillos y conservándolos limpios; y finalmente, se procuró colocar el material en un extremo del conjunto, haciéndolo circular en dirección al otro extremo de la planta. Ahora sabemos que estos principios eran incompletos, y en algunos casos, contradictorios, por lo que se refiere a la práctica más perfecta de la distribución en planta. En realidad, eran más bien detalles en una situación dada, que principios fundamentales. A medida que las condiciones han cambiado, estos principios también se han modificado, y aun hoy en día nuestro concepto de la distribución está evolucionando constantemente. Existen, esto sí, una serie de principios básicos que permanecen inalterables, y que este libro pretende poner al alcance del lector. [1]

### **2.1.2. Definición de distribución en planta o layout**

La distribución en planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos. [2]

El principal objetivo es que esta disposición de elementos sea eficiente y se realice de forma tal, que contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa. [2]

Sea cual sea la situación desencadenante por la cual se comete el estudio sobre la implantación de una distribución en planta y que necesariamente, se englobara dentro de alguna de las categorías mencionadas a continuación: [2]

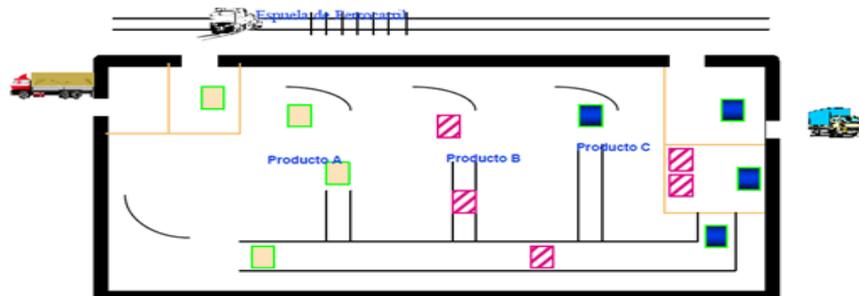
1. Proyecto de una planta completamente nueva. [2]
2. Expansión o traslado de una ya existente. [2]
3. Reordenación de una distribución ya existente. [2]
4. Ajustes menores en distribución ya existente. [2]

Y como ocurre con cualquier otro tipo de decisión, será conveniente, en cualquier caso, seguir ordenadamente una serie de pasos que pasaran por desarrollar, en primer lugar, una fase previa de recopilación de información en profundidad acerca de, entre otros, cuales son las circunstancias actuales de la empresa en la que se ha detectado tal necesidad, cuales son las respuestas que se pretenden dar, etc. Para continuar con el desarrollo propiamente dicho, su frecuente aplicación en distintos ámbitos reales de actividad (sea este producción, transporte, almacenamiento o servicios auxiliares). [2]

### 2.1.3. Tipos de distribución en planta

#### 2.1.3.1. Distribución por producto

**Figura 2** Distribución por producto



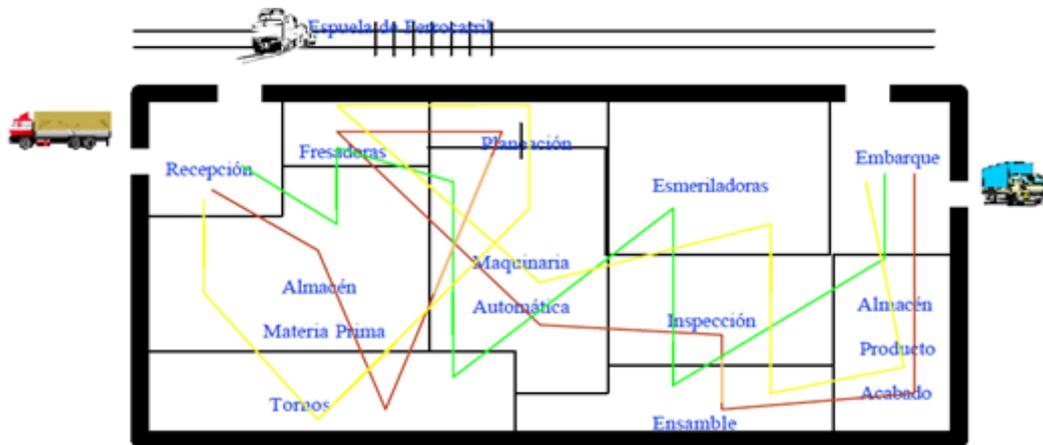
**FUENTE:** Sara C. (Monografías)

Llamada también distribución de Taller de Flujo. Es aquella donde se disponen el equipo o los procesos de trabajo de acuerdo con los pasos progresivos necesarios para la fabricación de un producto. La distribución en planta por producto es la adoptada cuando la producción está organizada. [3]

Por ejemplo: Manufactura de pequeños aparatos eléctricos: tostadoras, planchas, batidoras; Aparatos mayores: lavadoras, refrigeradoras, cocinas; Equipo electrónico: computadoras, equipos de discos compactos; y Automóviles. [3]

### 2.1.3.2. Distribución por proceso

Figura 3 distribución por proceso



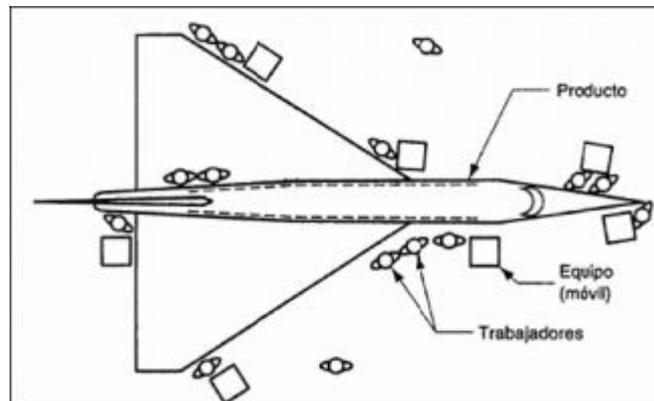
FUENTE: Sara C. (Monografías)

Llamada también Distribución de Taller de Trabajo o Distribución por Función. Se agrupan el equipo o las funciones similares, como sería un área para tomos, máquinas de estampado. [3]

Las distribuciones en planta realizan una misma función general se agrupan en una misma área De acuerdo con la secuencia de operaciones establecidas. Otros ejemplos: hospitales: pediatría, maternidad, cuidados intensivos. [3]

### 2.1.3.3. Distribución por posición fija

**Figura 4** distribución por posición fija

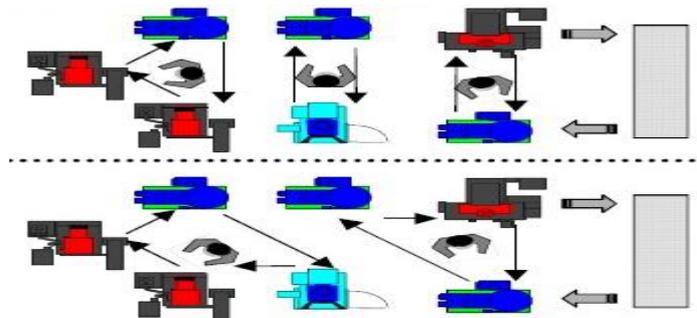


**FUENTE:** Guesta S. (slideshare)

El producto, por cuestiones de tamaño o peso, permanece en un lugar, mientras que se mueve el equipo de manufactura a donde está el producto. [3]

### 2.1.3.4. Distribución de tecnología de grupos o celular: (t.g.)

**Figura 5** Distribución de tecnología de grupo o celular



**FUENTE:** Guesta S. (slideshare)

Agrupar máquinas diferentes en centros de trabajo (o celdas), para trabajar sobre productos que tienen formas y necesidades de procesamiento similares. La T.G. se parece a la distribución por proceso, ya que se diseñan las celdas para realizar un conjunto de procesos específicos. También es semejante a la distribución por producto, pues las celdas se dedican a una gama limitada de productos. [4]

El objetivo general es obtener los beneficios de una distribución por producto en la producción de tipo de taller de trabajo. Estos beneficios incluyen: [4]

1. Mejores relaciones humanas. Las celdas consisten en unos cuantos hombres, que forman un pequeño equipo de trabajo: un equipo produce unidades completas. [4]
2. Mejora en la experiencia de los operadores. Sólo se ve un número limitado de piezas diferentes, en un ciclo de producción finito. Repetición. [4]
3. Menos manejo de materiales e inventario en proceso. Viajan menos piezas por el taller. [4]
4. Preparación más rápida. Hay menos tareas, se reducen los cambios de herramientas. [4]

### 2.1.3.5. Distribución justo a tiempo

Figura 6 Distribución justo a tiempo



FUENTE: Guesta S. (slideshare)

Puede ser de dos tipos:

1. Una línea de flujo semejante a una línea de montaje.
2. O una distribución por proceso o taller de trabajo.

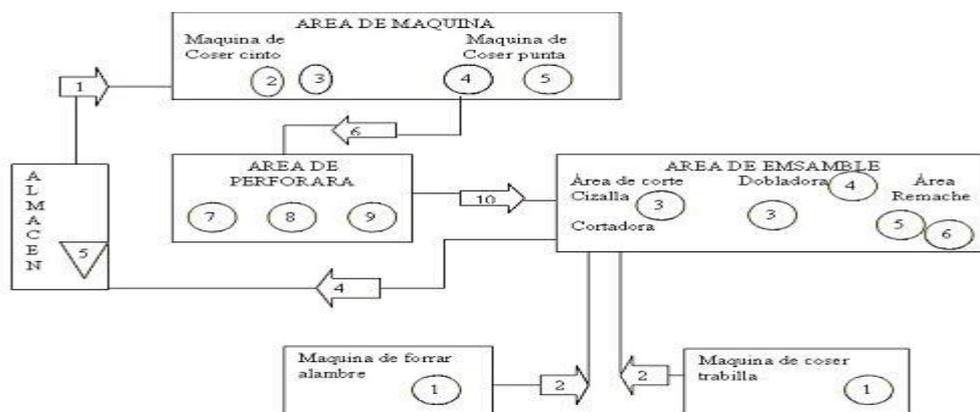
En la distribución en línea se disponen en secuencia el equipo y las estaciones de trabajo. En la distribución por proceso, el objetivo es simplificar el manejo de materiales y crear rutas normales que enlacen el sistema con movimiento frecuente de materiales. [4]

Cuando la demanda es continua y están relativamente equilibradas las tareas de cada secuencia de trabajo, es posible colocar las estaciones de trabajo una junto a otra. En teoría cuando se toma cierta cantidad de productos del extremo final de la línea, el sistema opera arrastrando la línea para reemplazar las unidades que se quitaron. En la práctica significa que el movimiento y la producción de piezas se efectúan a un ritmo programado más o menos fijo, pero sólo cuando cada trabajador ha terminado y liberado la pieza. [4]

En el caso de agrupación por función, el arrastre se obtiene por medio de un procedimiento de manejo de materiales. [4]

### 2.1.4. Diagrama de recorrido

**Figura 7** Diagrama de recorrido



**FUENTE:** Guesta S. (slideshare)

El diagrama de recorrido es un diagrama o modelo, más o menos a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas. [5]

En las organizaciones productivas de bienes y/o servicios existen cinco factores determinantes relacionados con las instalaciones, debido a que son en las instalaciones en donde se pueden atacar una serie de problemas que surgen en el transcurso del proceso o

actividad que se esté desarrollando, por ello, es allí en donde se presenta una gran oportunidad para aumentar la productividad. [5]

Estos cinco factores son: [5]

- Distribución de la planta. (Disposición física de las instalaciones)
- Manejo de materiales. (Medios para trasladar los materiales)
- Comunicaciones. (Sistemas para transmitir información)
- Servicios. (Disposición de elementos como luz, gas, etc.)
- Edificios. (Estructuras que acogen a las instalaciones)

Es importante considerar que los factores anteriores se encuentran en estrecha relación unos con otros debido a que todos interactúan y forman parte del sistema dentro de las instalaciones. [5]

Para el caso del manejo de materiales y la distribución de la planta, existe el problema de que si no se cuenta con una distribución de planta adecuada o con un sistema adecuado de manejo de materiales, por más que se trate de aumentar la eficiencia de la planta, no se obtendrán los resultados óptimos, ya que el material y los trabajadores siguen con frecuencia una larga y complicada trayectoria durante el proceso de fabricación, con una pérdida de tiempo y energía y sin que se agregue valor al producto. [5]

En lo que se refiere a la distribución efectiva del equipo en la planta, su objetivo es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseados, con la calidad también deseada y al menor costo posible. [5]

Otro concepto podría ser que: Un diagrama de recorrido de actividades es “Una representación de la distribución de las zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama [5] de procesos”. [5]

- Representa en forma de matriz, datos cuantitativos sobre los movimientos que tienen lugar entre dos estaciones de trabajo cualesquiera. [5]

- Las unidades son por lo general el peso o la cantidad transportada y la frecuencia de los viajes. [5]

- Es una especie de forma tabular del diagrama de hilos. Se usa para el manejo de materiales y el trabajo de distribución. [5]

#### **2.1.4.1. Elaboración del diagrama**

- Trazar un esquema de la disposición de las instalaciones. (En él se debe mostrar la ubicación de todas las actividades que se han registrado previamente en un cursograma analítico. Este esquema no tiene que ser precisamente a escala o muy exacto, simplemente debe ser representativo de las áreas de la planta. [5]

- Las actividades se deben localizar en el lugar en el que suceden. (Y se deben identificar por medio de un símbolo y un número que debe corresponder al que se le asignó en el cursograma analítico) [5]

- La ruta que siguen los operarios, los materiales o los equipos debe ser trazada con líneas. (Además, la dirección de dicha ruta debe de identificarse por medio de flechas que apunten en la dirección del recorrido, en caso que el movimiento regrese sobre la misma ruta o se repita en la misma dirección, es necesario que se utilicen líneas separadas para cada desplazamiento) [5]

- Si en el mismo diagrama se registra el recorrido de dos o más elementos, es necesario utilizar líneas de color diferente. (Esto, es para hacer evidente su recorrido o en el caso en que se desea representar el método actual y el método propuesto) [5]

- La información que debe contener este diagrama, es un encabezado que indique cuál es el recorrido, un título que indique el proceso que se está analizando y la nomenclatura referente a las instalaciones de la planta. [5]

- Este diagrama también es conocido como diagrama de circuito o de flujo. (Y de él se tiene una variante denominada diagrama de hilos que nos sirve para registrar y examinar las actividades de un modo más. [5]

### **2.1.4.2. Diagrama de Cordel o de Hilos**

Según Kanawaty “El diagrama de hilos es un plano o guía de la escala en que se sigue y mide con un hilo el trayecto de los trabajadores, de los materiales o del equipo durante una sucesión determinada de hechos”. [5]

La aplicación principal de este diagrama: [5]

- Se utilizan para medir la distancia total recorrida (O para contar la frecuencia de los movimientos de los trabajadores, los materiales o el equipo, sobre un plano o modelo a escala, mediante un cordel y alfileres). [5]
- Sirve para analizar los patrones totales del flujo (O movimientos de varios sujetos de forma rápida y sencilla). [5]
- Una aplicación sería sobre los movimientos del trabajador. En donde el analista de estudio del trabajo, determina los puntos en donde el trabajador realiza sus movimientos, y si son demasiado largos, se anota el tiempo de salida y el tiempo de llegada. El especialista debe cerciorarse de que todos los hechos y movimientos han sido registrados para evitar problemas en el desarrollo del estudio. [5]

Para ello se traza un dibujo a escala de la distribución de la planta, así como los equipos y la maquinaria. Una vez terminado el plano se fija en una madera blanda o en un tablero y se colocan alfileres firmemente en cada punto de parada, de modo que la cabeza sobresalga más o menos 1 cm. También se fijan alfileres en todos los puntos de cambio de dirección. [5]

Se toma un hilo de longitud conocida y se ata al alfiler que señala el punto de partida del trayecto. Luego se pasa el hilo por los alfileres que marcan los demás puntos de recorrido, siguiendo el orden de la hoja de registro, hasta que estén representados todos los movimientos. Con ello se pueden determinar posibles cambios e inclusive nos sirve para explicar a los directores, gerentes, jefes intermedios y trabajadores los cambios propuestos. [5]

### **2.1.5. Qué es un diagrama de flujo**

Un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. Los diagramas de flujo emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia. Pueden variar desde diagramas simples y dibujados a mano hasta diagramas exhaustivos creados por computadora que describen múltiples pasos y rutas.

Si tomamos en cuenta todas las diversas figuras de los diagramas de flujo, son uno de los diagramas más comunes del mundo, usados por personas con y sin conocimiento técnico en una variedad de campos. Los diagramas de flujo a veces se denominan con nombres más especializados, como "diagrama de flujo de procesos", "mapa de procesos", "diagrama de flujo funcional", "mapa de procesos de negocios", "notación y modelado de procesos de negocio (BPMN)" o "diagrama de flujo de procesos (PFD)". Están relacionados con otros diagramas populares, como los diagramas de flujo de datos (DFD) y los diagramas de actividad de lenguaje unificado de modelado (UML). [6]

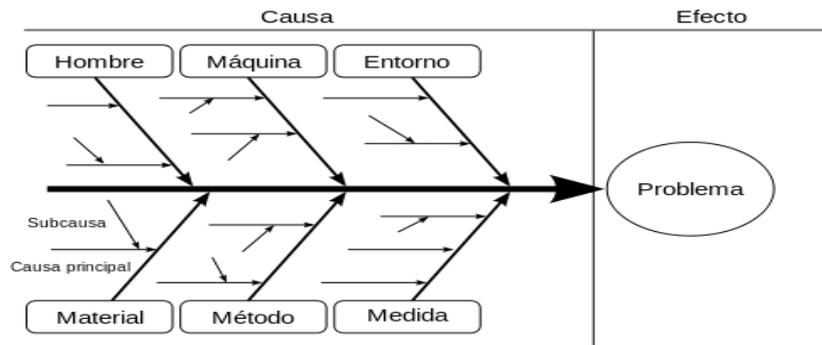
### **2.1.6. Historia**

El uso de los diagramas de flujo para documentar procesos de negocios se inició entre las décadas de 1920 y 1930. En 1921, los ingenieros industriales Frank y Lillian Gilbreth presentaron el "diagrama de flujo de procesos" en la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME – American Society of Mechanical Engineers). A principios de la década de 1930, el ingeniero industrial Allan H. Morgensen empleó las herramientas de Gilbreth para presentar conferencias sobre cómo aumentar la eficiencia en el trabajo a personas de negocios en su empresa. En la década de 1940, dos estudiantes de Morgensen, Art Spinanger y Ben S. Graham, difundieron los métodos más ampliamente. Spinanger introdujo los métodos de simplificación del trabajo en Procter & Gamble. Graham, director de Standard Register Industrial, adaptó los diagramas de flujo de procesos al procesamiento de información. En 1947, ASME adoptó un sistema de

símbolos para los diagramas de flujo de procesos derivado del trabajo original de Gilbreth. [6]

### 2.1.7. Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto

**Figura 8** Diagrama causa-efecto



**FUENTE:** Martha S. (slideshare)

Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto (conocido también como Diagrama de Espina de Pescado dada su estructura) consiste en una representación gráfica que permite visualizar las causas que explican un determinado problema, lo cual la convierte en una herramienta de la Gestión de la Calidad ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente. [7]

La utilización del Diagrama de Ishikawa se complementa de buena forma con el Diagrama de Pareto el cual permite priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas y que usualmente en términos nominales son reducidas. [7]

La estructura del Diagrama de Ishikawa es intuitiva: identifica un problema o efecto y luego enumera un conjunto de causas que potencialmente explican dicho comportamiento. Adicionalmente cada causa se puede desagregar con grado mayor de detalle en subcausas. Esto último resulta útil al momento de tomar acciones correctivas dado que se deberá actuar con precisión sobre el fenómeno que explica el comportamiento no deseado. [7]

En este contexto, una representación del Diagrama de Causa Efecto o Diagrama de Espina de Pescado tiene la siguiente forma: [7]

Con el propósito de ser más específico consideremos que se desea analizar las razones que determinan que un auto (vehículo) no encienda. Los motivos pueden ser variados: [7]

- ✓ **Problemas en el Motor** (correa de transmisión dañada, motor de partida dañado, etc).
- ✓ **Insumos o materiales** (batería descargada, sin combustible, etc).
- ✓ **Métodos utilizados** (engranaje en posición incorrecta, etc).
- ✓ **Problemas asociados al personal** (falta de mantenimiento, falta de entrenamiento, etc).

Como se puede observar cada *causa* puede tener sub causas, por ejemplo, es posible que el auto no encienda por un problema en el motor, en específico porque éste está sobrecalentado. Así también es posible que el auto no encienda por problemas de materiales, por ejemplo, la batería no tiene carga (notar que sería posible seguir detallando sub causas adicionales dado que el hecho que una batería esta descargada se puede deber al cumplimiento de su vida útil o a que el usuario se olvidó de apagar las luces del auto al llegar a su casa). [7]

Una vez confeccionado el Diagrama de Ishikawa se sugiere evaluar si se han identificado todas las causas (en particular si son relevantes), y someterlo a consideración de todos los posibles cambios y mejoras que fueran necesarias. Adicionalmente se propone seleccionar las causas más probables y valorar el grado de incidencia global que tienen sobre el efecto, lo que permitirá sacar conclusiones finales y aportar las soluciones más aconsejables para resolver y controlar el efecto estudiado. [7]

Finalmente, y a modo de consolidar los conceptos anteriormente presentados, a continuación, se observa un Diagrama de Espina de Pescado que aborda el problema de entrega tardía que podría enfrentar un local de venta de pizzas los fines de semana (esto corresponde al *efecto*). Al igual que en el ejemplo del vehículo, se identifican potenciales *causas* y en un nivel de detalle mayor sub causas que podrían explicar el efecto no deseado en el atraso de entrega de las pizzas. [7]

## **2.1.8. Estudio de tiempos**

### **2.1.8.1. Definición**

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. [8]

### **2.1.8.2. Alcance**

Se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento. [8]

Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente. [8]

### **2.1.8.3. Desarrollo**

A pesar de que a Frederick W. Taylor se le considera el padre del estudio de tiempos, esta práctica ya se venía dando desde 1760, por un francés apellidado Perronet quién realizó estudios sobre la fabricación de alfileres del no. 6. Setenta años mas tarde, Charles Babbage hizo estudios de tiempos relacionados con alfileres comunes del no. 11, y cuyos resultados sorprendieron ya que determinó que una libra de alfileres ( 5,546 unidades) debían fabricarse en 7.6892 horas. [8]

En 1881, Taylor comenzó su trabajo de estudio de tiempos y doce años después desarrolló un sistema basado en "tareas" en donde proponía que la [8]administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que describieran su tarea a detalle para evitar confusiones. [8]

En 1903, en la reunión de la A.S.M.E efectuada en Saratoga, Taylor presentó su famoso artículo " Administración del taller", cuya metodología fue aceptada por muchos industriales reportando resultados muy satisfactorios. En 1917, C. Bernard Thompson informó acerca de 113 plantas o fábricas que habían implantado la " administración científica ". [8]

De ellas, 59 consideraron que habían tenido éxito rotundo, 20 sólo éxito parcial y 34 un fracaso completo. Finalmente, en julio de 1947 se aprueba una ley que permite utilizar el estudio de tiempos en la Secretaría de Guerra de los Estados Unidos. En la actualidad no existe ninguna restricción en la aplicación de estudio de tiempos en ninguna empresa o país industrializado. [8]

#### **2.1.8.4. Elementos y preparación para el Estudio de tiempos**

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio. [8]

#### **2.1.8.5. Selección de la operación**

Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición. Se pueden emplear criterios para hacer la elección: [8]

- a. El orden de las operaciones según se presentan en el proceso [8]
- b. La posibilidad de ahorro que se espera en la operación. Relacionado con el costo [8] anual de la operación que se calcula mediante la siguiente ecuación: [8]
- c. Según necesidades específicas. [8]

### **2.1.8.6. Selección del operador**

Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos: [8]

Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia [8]

### **2.1.8.7. Actitud frente al trabajador**

- El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos [8]
- El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador [8]
- No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración. [8]
- Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos. [8]
- El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá. [8] favorablemente si se le trata abierta y francamente. [8]

### **2.1.8.8. Análisis de comprobación del método de trabajo**

Nunca debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada. [8]

La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una norma de método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica. [8]

En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extinguidores, delantales, botas, etc. Los requisitos de calidad para dicha operación como la tolerancia y los acabados y por último, un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda. [8]

Un trabajo estandarizado o con normalización significa que una pieza de material será siempre entregada al operario de la misma condición y que él será capaz de ejecutar su operación haciendo una cantidad definida de trabajo, con los movimientos básicos, mientras siga usando el mismo tipo y bajo las mismas condiciones de trabajo. [8]

La ventaja de la estandarización del método de trabajo resulta en un aumento en la habilidad de ejecución del operario, lo que mejora la calidad y disminuye la supervisión personal por parte de los supervisores; el número de inspecciones necesarias será menor, lográndose una reducción en los costos. [8]

#### **2.1.8.9. Ejecución del estudio de tiempos.**

Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea menester consultar posteriormente el estudio de tiempos. [8]

La información se puede agrupar como sigue: [8]

- \* Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite. [8]
- \* Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina [8]
- \* Información que permita identificar al operario. [8]
- \* Información que permita describir la duración del estudio. [8]

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente: [8]

- ✓ Objeto de la operación
- ✓ Diseño de la pieza
- ✓ Tolerancias y especificaciones
- ✓ Material
- ✓ Proceso de manufactura
- ✓ Preparación de herramientas y patrones
- ✓ Condiciones de trabajo
- ✓ Manejo de materiales
- ✓ Distribución de máquinas y equipos
- ✓ Principios de economía de movimientos

### **2.1.8.10. Objeto de la operación**

Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación. [8]

### **2.1.8.11. Diseño de la pieza**

El diseño de los productos utilizados en un departamento es importante. El diseño determina cuando un producto satisfará las necesidades del cliente. Éste es un factor de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados. Es necesario investigar el diseño actual para ver si éste puede ser cambiado con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto. [8]

### **2.1.8.12. Tolerancias y eficiencias**

Las especificaciones son establecidas para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demanda de los productos depende del cuidado de establecer y mantener especificaciones correctas. Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo una investigación puede revelar que una tolerancia estricta es innecesaria o que por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar las operaciones subsecuentes de ensamble. [8]

### **2.1.8.13. Material**

Los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto por lo que la selección y uso adecuado de estos materiales es importante; Una selección adecuada de éstos da al cliente un producto terminado más satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y reduce los costos por desperdicio, lo que hace posible vender el producto a un precio menor. [8]

#### **2.1.8.14. Proceso de manufactura**

Existen varias formas de producir una pieza. Se desarrollan continuamente mejores métodos de producción. Investigar sistemáticamente los procesos de manufactura ideará métodos eficientes. [8]

#### **2.1.8.15. Preparación de herramientas y patrones**

La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios especiales debido a que el costo de los mismos se prorratea sobre un gran número de unidades. [8]

En trabajos e alta actividad, es importante efectuar reducción en tiempos unitarios de producción hasta un valor mínimo absoluto. Una buena práctica de preparación y utensilios no sucede por casualidad, ésta debe ser planeada. [8]

#### **2.1.8.16. Condiciones de trabajo**

Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario.

Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo. [8]

#### **2.1.8.17. Manejo de materiales**

La producción de cualquier producto requiere que sus partes sean movidas. Aunque la carga sea grande y movida a distancias grandes o pequeñas, este manejo debe analizarse para ver si el movimiento se puede hacer de un modo más eficiente. El manejo añade mayor costo al producto terminado, por razón del tiempo y mano de obra empleados. Una

buena regla para recordar es que, la pieza menos manejada reduce el costo de producción. [8]

#### **2.1.8.18. Distribución de maquinaria y equipo**

Las estaciones de trabajo y la máquina deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo. [8]

#### **2.1.8.19. Principios de economía de movimientos**

Las mejoras de métodos no necesariamente envuelven cambios en el equipo y su distribución. Un análisis cuidadoso de la localización de piezas en el área de trabajo y los movimientos requeridos para hacer una tarea, resultan a menudo en mejoras importantes. Una de las fuentes de mayores gastos inútiles en la industria está en el trabajo que es ejecutado al hacer movimientos innecesarios o inefectivos. Este desperdicio puede evitarse aplicando los principios experimentados de economía de movimientos. [8]

#### **2.1.8.20. Equipo utilizado**

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro o tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una tabla electrónica de tiempos. [8]

Generalmente se utilizan dos tipos de cronómetros, el ordinario y el de vuelta a cero. Respecto a la tabla de tiempos, consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos. La hoja de observaciones contiene una serie de datos como el nombre del producto, nombre de la pieza, número de parte, fecha, operario, operación, nombre de la máquina, cantidad de observaciones, división de la operación en elementos, calificación, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar, meta por hora, la meta por día y el nombre del observador. [8]

La tabla electrónica de tiempos es una hoja hecha en Excel donde se inserta el tiempo observado y automáticamente ella calculará tiempo estándar, producción por hora, producción por turno y cantidad de operarios necesarios. [8]

## **2.1.9. Studio de tiempos con cronometro**

### **2.1.9.1. Definición**

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. [8]

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando: [8]

- a. Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b. Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- c. Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d. Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e. Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

### **2.1.9.2. Pasos para su realización.**

I. Preparación: [8]

- Se selecciona la operación
- Se selecciona al trabajador
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.

I. Ejecución: [8]

- Se obtiene y registra la información.

- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

I. Valoración: [8]

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

I. Suplementos: [8]

- Análisis de demoras
- Estudio de fatiga
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias

I. Tiempo estándar: [8]

- Error de tiempo estándar
- Cálculo de frecuencia de los elementos
- Determinación de tiempos de interferencia
- Cálculo de tiempo estándar

### **2.1.9.3. Tiempo estándar**

#### **2.1.9.3.1. Definición**

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga. [8]

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. [8]

#### **2.1.9.4. Aplicaciones del tiempo estándar**

1.- Para determinar el salario de vengable por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario. [8]

2.- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas. [8]

3.- Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento. [8]

4.- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad. [8]

5.- Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión. [8]

6.- Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza. [8]

7.- Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales. [8]

8.- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de

vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios. [8]

9.- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo. [8]

#### **2.1.9.5. Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar**

1.- Reducción de los costos; al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo. [8]

2.- Mejora de las condiciones obreras; los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales los obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra. [8]

#### **2.1.9.6. Tiempo real**

El tiempo real se define como el tiempo medio del elemento empleado realmente por el operario durante un estudio de tiempos. [8]

#### **2.1.9.7. Tiempo normal**

La definición de tiempo normal se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables. [8]

#### **2.1.9.8. Generalidades**

Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de los que es la " normal ", o llamada a

veces también "estándar". De aquí se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal. [8]

El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal. [8]

## **2.1.10. Utilización de software en la Distribución en Planta de instalaciones a partir de criterios cuantitativos**

### **2.1.10.1. Resumen**

El diseño de la distribución en planta de una instalación, ya sea de producción o servicios, requiere del análisis exhaustivo de una serie de factores, cuyo análisis en ocasiones se complejiza debido al número excesivo de cálculos y posibilidades en los problemas de distribución. Es por eso que su análisis a partir de ordenadores permite facilitar y acelerar el proceso de búsquedas de soluciones. Los programas desarrollados para asistir a la distribución en planta pueden utilizar criterios cuantitativos (debiendo ser especificadas entonces las matrices de distancias e intensidades de tráfico entre áreas) o cualitativos (en cuyo caso se utilizan escalas de prioridades de cercanía). [9]

Esta monografía provee a estudiantes y profesores de una guía para la utilización de herramientas computacionales que permitan resolver problemas relacionados con la Distribución en Planta de instalaciones a partir de criterios cuantitativos. Para ello, dicho material se basa en la utilización de dos paquetes de software de ayuda a la toma de decisiones: AB-POM (versión 3.16) y WinQSB (versión 1.0 para Windows®) específicamente aquellos módulos relacionados con la distribución espacial de instalaciones. El análisis de cada módulo se indica paso a paso mediante la resolución de ejemplos. [9]

### **2.1.10.2. Utilización de software en la Distribución en Planta de instalaciones a partir de criterios cuantitativos**

Debido al elevado número de factores que han de ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar una distribución en planta y al enorme número de cálculos y posibilidades en los problemas de distribución, la computadora juega un papel importante facilitando el desarrollo de los cálculos. Los programas desarrollados para asistir a la distribución en planta pueden utilizar criterios cuantitativos (debiendo ser especificadas entonces las matrices de distancias e intensidades de tráfico entre áreas) o cualitativos (en cuyo caso se utilizan escalas de prioridades de cercanía). [9]

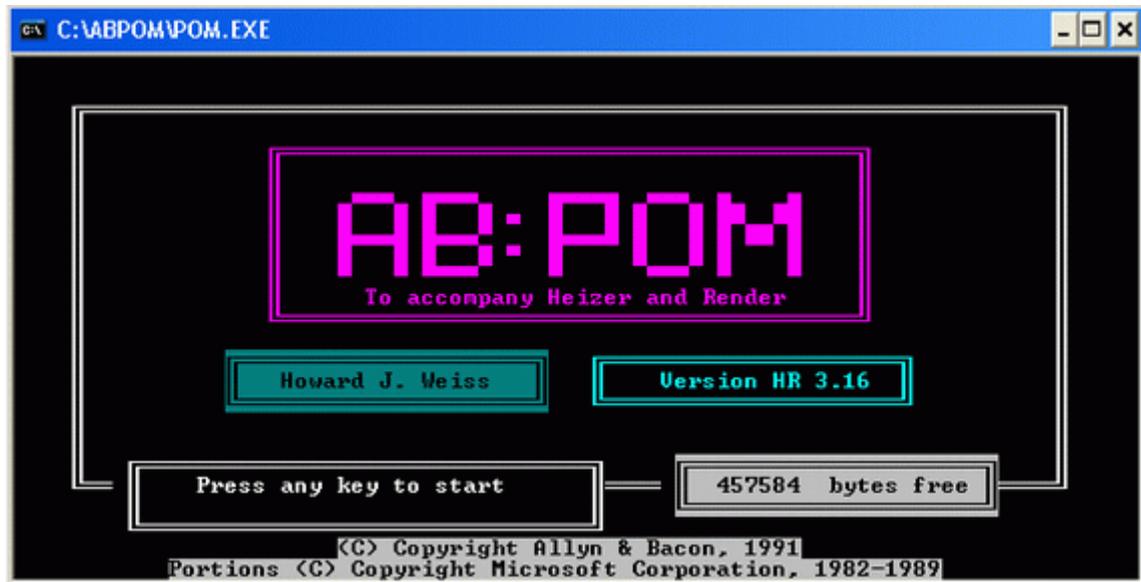
Esta monografía a manera de tutorial se realiza con el objetivo de proveer a estudiantes y profesores de una guía para la utilización de herramientas computacionales que permitan resolver problemas relacionados con la Distribución en Planta de instalaciones a partir de criterios cuantitativos. Para ello, dicho material se basa en la utilización de dos paquetes de software de ayuda a la toma de decisiones que contienen herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa. Estos son el AB-POM (versión 3.16) y WinQSB (versión 1.0 para Windows®), aunque es válido aclarar que existen otros paquetes tales como: DSSPOM, QS-QSA, STORM, CRAFT y FLAP, los cuales arrojan resultados satisfactorios. [9]

Este material indica paso a paso mediante la resolución de ejemplos la forma de introducir las bases de datos a los módulos correspondientes al paquete de software a utilizar, así como instrucciones precisas para correr cada módulo. Dicho material no es una traducción de los temas de ayuda que se incluyen en el software. Los ejemplos utilizados y la forma de explicarlos, así lo evidencian. [9]

Tampoco el lector se encontrará ante un manual de enseñanza de los métodos cuantitativos para la toma de decisiones de distribución. Para documentarse sobre las bases teóricas de los módulos aquí referenciados debe consultar cualquier texto especializado. [9]

### 2.1.10.3. Utilización de AB-POM (versión 3.16)

Figura 9 Software AB:POM



FUENTE: Abpom.com

AB-POM es una aplicación versátil que permite la solución de una gran cantidad de problemas en el campo de la investigación operativa. Incluye 18 módulos útiles para analizar una gran variedad de problemas asociados a la programación lineal, la planeación agregada, la teoría de colas, la planeación del requerimiento de materiales, la localización y distribución en planta, entre otros. Este es un programa que corre sobre el MS-DOS por tanto no requiere de instalación. Para ejecutarlo solamente es necesario hacer doble clic en la aplicación POM.exe. Al ejecutar el programa se visualizará la pantalla principal del software tal y como se muestra a continuación: [9]

Después de abierta la ventana de inicio del programa es necesario seguir las instrucciones que brinda el programa en idioma inglés. [9]

1. Presionar cualquier tecla para comenzar
2. Luego presionar la tecla "M" ó "1" ó "2" para entrar en la ventana del Menú Principal.

En dicha ventana se muestran los módulos disponibles. Estos se ejecutan presionando la tecla que corresponda a la letra inicial de la opción deseada o utilizando las teclas "↓",

"↑", "→", "←" para destacar la opción deseada y luego presionar "Enter". Para una mayor comprensión se muestra dicha ventana a continuación: [9]

Una vez ejecutado el módulo deseado, aparece una nueva pantalla que muestra en su borde inferior los siguientes comandos: [9]

- ✓ Help – Muestra el menu Ayuda
- ✓ New - Comenzar un nuevo problema
- ✓ Load – Para abrir un archivo desde una unidad de disco
- ✓ Main – Para volver al modulo de Menú Principal
- ✓ Util – Personalizar el color, sonidos, impresión.
- ✓ Quit – Salir del programa y retornar al sistema Windows
- ✓ Save – Guardar archivo en una unidad de disco
- ✓ Titl – Cambiar el título del problema
- ✓ Prnt – Imprimir los datos o la solución del problema
- ✓ Run - Comenzar el procesamiento de los datos introducidos

Todos los comandos relacionados anteriormente son válidos en cada uno de los módulos y para ejecutarlos basta con presionar la tecla correspondiente a la primera letra de cada opción. [9]

#### **2.1.10.4. Instrucciones para la utilización del módulo "Operations Layout" (determinación de la distribución en planta)**

Este módulo permite obtener la mejor redistribución de una planta existente, o sea, permite distribuir o situar departamentos o unidades estructurales en áreas específicas, de forma tal que el número total de movimientos sea mínimo. [9]

NOTA: El número de departamentos (Dept) a ubicar debe ser igual a la cantidad de áreas (Room) disponibles para ello. [9]

#### **2.1.10.5. Entrada de la base de datos**

Los datos de entrada al módulo consistirán en: [9]

- Título del problema (Enter title)

- Número de departamentos a ubicar (Number of departments)
- La matriz de las intensidades de tráfico entre departamentos (Flow matrix)
- La matriz de distancia entre departamentos (Distance matrix)

#### **2.1.10.6. Indicaciones para correr el módulo**

Al terminar con el proceso de entrada de datos ya estamos en condiciones de correr el problema, para ello presionamos la tecla "Esc" para validar la entrada de datos y visualizar la línea de comandos en el borde inferior de la ventana. Luego, presionamos la tecla "R" para ejecutar el comando **Run**. [9]

Después de ejecutar dicho comando aparecen instantáneamente sobre la ventana los resultados del problema. Luego imprimimos el resultado presionando F9 si contamos con una impresora acoplada a la computadora ó guardamos siguiendo las siguientes instrucciones: [9]

1. Presionamos dos veces la tecla "Esc" para acceder a la línea de comandos.
2. Luego presionamos la tecla "S" correspondiente al comando **Save**.

Esta última acción ejecutará una nueva ventana donde se presionará la tecla F1 para seleccionar la unidad de disco donde se desea guardar la base de datos y luego "Enter" para validar dicha selección, una vez escogida la unidad se introducirá un nombre al archivo y se presionará "Enter" nuevamente. [9]

Para salir del programa, simplemente presionamos la tecla "Esc" nuevamente, luego la tecla "Q" para ejecutar el comando *Quit* y a continuación la tecla "Y". [9]

#### **2.1.10.7. Software gratuito para hacer Distribución de áreas**

El tema de la distribución de área o distribución en planta, constituye uno de los puntos estratégicos a tener en cuenta en la administración de operaciones. [10]

En si, lo que se busca con la distribución en planta, es conseguir la máxima economía en el trabajo al mismo tiempo que la mayor seguridad y satisfacción de los trabajadores; por ello es un proceso que requiere riguroso cuidado. [10]

Existen aplicaciones y herramientas como AutoCAD, que sirven de apoyo para realizar este trabajo, pero que dada su complejidad de uso no cualquiera puede usarlas óptimamente, por ello lo mejor es encargar dicha labor a un arquitecto o experto en distribución de áreas. [10]

Por suerte para las pequeñas empresas también existen aplicaciones para la distribución en planta, y en esta ocasión les comparto una opción gratuita que hace de manera automática la distribución de áreas, facilitándole esta labor a las Pymes. Esta aplicación fue compartida por Oscar Manuel Hernández Nazario para la Comunidad de arquitectos [arq.com.mx](http://arq.com.mx). [10]

Igualmente he añadido dentro del pack una serie de documentos relacionados con el tema para que te capacites y hagas de la distribución en planta una ventaja competitiva para tu compañía. [10]

Contenido del pack: [10]

- Software gratuito para hacer Distribución de áreas
- Ejemplo de distribución en planta de una empresa textil
- Casos prácticos de distribución en planta
- Distribución en planta de una Heladería
- Todo acerca de la distribución en planta
- Guía de distribución en planta

### **2.1.11. Método CORELAD**

Es un logaritmo constructivo. El objetivo es desarrollar una distribución donde los departamentos con mayor relación de cercanía estén lo más próximo posible. Las relaciones de cercanía definen la conveniencia de ubicar pares de operaciones o departamentos cercanía entre sí. En la literatura se define típicamente las siguientes calificaciones. [11]

### ✓ **Relación de cercanías**

A = Absolutamente importante

E = Específicamente importante

I = Importante

O = Importancia ordinaria

U = No importante

X = Indeseable

### ✓ **Valores utilizados generalmente**

A = 6

E = 5

I = 4

O = 3

U = 2

X = 1

Corelap usa la carta de reparación como entrada, además pregunta al usuario la significación de prioridad para las relaciones. Estas prioridades numéricas son llamados de proximidad para cada departamento. El usuario debe de ser cuidadoso al seleccionar estos valores si desea que los resultados reflejen la verdadera importancia de las relaciones [11]

El procedimiento de selección de corelap es determinístico. En caso de empate se utiliza las siguientes reglas para la sección: [11]

- ✓ Mayor TCR
- ✓ Mayor área
- ✓ Menor número de departamentos
- ✓ El procedimiento de selección sigue los siguientes pasos:
- ✓ Paso inicial: seleccionar el departamento con el mayor TCR.

Paso iterativo: observar la relación entre los departamentos ya seleccionados con los restantes y seleccionar el que tenga la mayor relación (A,E,I,O,U,X) si es del caso, utilizar la regla de desempate. [11]

### **2.1.12. Método CRAFT**

La planeación de distribución computarizada para las instalaciones de proceso intermitentes ha evolucionado desde 1963 cuando se desarrolló el primer programa práctico (CRAFT). [11]

El método CRAFT (Asignación relativa de instalaciones computarizadas), es un programa computarizado de mejoramiento de las distribuciones. Fue desarrollado por Armour y Bufla y después perfeccionado por los mismos y Vollmann. Problemas de hasta 40 departamentos o centros de actividades. [11]

El objetivo es reducir el mínimo el costo total de transporte de una distribución el cual es el resultado de la suma de todos los elementos de una matriz de flujo multiplicado por la distancia y por el costo por metro recorrido de un departamento a otro. [11]

La función del costo de transporte puede cambiarse por cualquier otra función que represente el costo de una relación entre cualquier par de departamentos. [11]

El costo de transporte se puede definir como el costo de mover una carga unitaria del departamento "i", al departamento "j", por distancia entre los departamentos i y j. este costo total se puede visualizar mejor como: [11]

$N$ = cantidad de departamentos

$V_{ij}$ = cantidad unitaria de cargas que se mueven del departamento i al j

$U_{ij}$ = costo de mover una carga unitaria del departamento i al j

$D_{ij}$ = distancia que separa los departamentos i y j, están dados por la métrica rectilínea.

Es uno de los métodos de mejora más utilizado (Buffa en 1964), en el se parte de un pre diseño y se procede a intercambiar la posición de las áreas dos a dos en un intento de minimizar la función de costes de desplazamiento interno. [11]

### 2.1.13. Cálculo de la superficie

El primer paso al efectuar una distribución o redistribución de elementos en planta corresponde al cálculo de las superficies. Éste es un método de cálculo que para cada elemento a distribuir supone que su superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales que contemplan la superficie estática, la superficie de gravitación y la superficie de evolución o movimientos. [12]

- **Superficie estática (Ss):** Es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones. [12]
- **Superficie de gravitación (Sg):** Esta es el área utilizada alrededor del trabajo por el trabajador y por el equipo recogido para las operaciones actuales. Esta superficie se obtiene para cada elemento multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales se deben utilizar los muebles o la máquina [12].
- **Superficie de evolución (Se):** Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y para la manutención. [12]
- **Superficie total** = Sumatoria de todas las superficies
- **K (Coeficiente constante):** Coeficiente que puede variar desde 0.05 a 3 dependiendo de la razón de la empresa: [12]

**Tabla 1** Razón de la empresa

Razón de la empresa	Coeficiente K
Gran industria alimenticia	0,05 - 0,15
Trabajo en cadena, transporte mecánico	0,10 - 0,25
Textil - Hilado	0,05 - 0,25
Textil - Tejido	0,05 - 0,25
Relojería, Joyería	0,75 - 1,00
Industria mecánica pequeña	1,50 - 2,00
Industria mecánica	2,00 - 3,00

**FUENTE:** Alan F. (2019)

### **2.1.14. Estudio de métodos**

En la actualidad conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos origina incrementos de productividad. Con base en la premisa de que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución. Puede efectuarse un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos. [7]

El estudio de métodos es el registro y examen crítico y sistémico de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras para reducir los costos. [13]

El estudio de métodos es un sistema de herramientas para estudiar los procesos y las demoras que se presentan en los mismos. Los problemas que se presentan en su mayoría están relacionados a transportes excesivos a largas distancias. Inspecciones innecesarias así como una mala distribución de la instalación. [13]

### **2.1.15. Objetivos del estudio de métodos**

El estudio de métodos persigue diversos propósitos. Los ms importantes son:

1. Mejorar los procesos y procedimientos. [7]
2. Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, equipo y lugar de trabajo. [7]
3. Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria. [7]
4. Economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra. [7]
5. Aumentar la seguridad. [7]
6. Crear mejores condiciones de trabajo. [7]
7. Hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el trabajo. [7]

### **2.1.16. Organización de la producción**

Para dar a conocer el método de trabajo, se utilizan gráficos y diagramas, los cuales son explicados más adelante.

### **2.1.17. Objetivos de los procedimientos gráficos**

Los diagramas de procesos proporcionan una descripción sistemática del ciclo de un trabajo o proceso, con suficientes detalles de análisis para planear la mejora de los métodos. Cada miembro de la familia de diagramas de procesos está diseñado para ayudar al analista a formar e una imagen clara del procedimiento existente. Los formatos estandarizados proveen el lenguaje común con el que varias personas podrán tener juntas una representación gráfica de los problemas, con lo que se estimula el intercambio o la polinización cruzada de las ideas. Finalmente, los diagramas son excelentes herramientas para la presentación de propuestas que mejoren los métodos en todos los niveles de la administración. [16]

### **2.1.18. Diagramas utilizados**

#### **2.1.18.1. Diagrama de operaciones de procesos o Coursograma sinóptico del proceso**

Un diagrama de operaciones de procesos es la representación gráfica del punto en donde los materiales se integran al proceso y de la secuencia de inspecciones y todas las demás operaciones. [16]

Este diagrama muestra, por lo general, los materiales al entrar al proceso, las operaciones que se realizan y el orden de ensamble. [15]

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado. [1]

El cursograma sinóptico sirve para ver en una primera ojeada las operaciones e inspecciones del proceso. [17]

El cursograma sinóptico (diagrama del proceso operatorio) es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones. [17]

Además, se puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis; por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados. [7]

**3. CAPÍTULO.**  
**MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### 3.1. Localización De La Empresa.

Figura 10 localidad de la empresa



**Fuente:** Google Maps

**Elaborado por:** Flores (2019)

La empresa WIL-PAC S.A se encuentra ubicado km 3 ½ vía a Buena fe del cantón Quevedo

Los principales servicios que se ha venido brindando desde sus inicios son:

- Fabricación de bandas transportadoras
- Fabricación de secadoras de cacao
- Secadoras industriales
- Elevadores,
- Silo de almacenamiento,
- Clasificadoras,
- Limpiador neumático,
- Pesador y ensacador,
- Desbabadora

### 3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que representa el presente proyecto es:

#### 3.2.4. Cuantitativa

Esta investigación fue cuantitativa, por la debido a la recopilación de datos numéricos como son: el tiempo empleado, recolección de información y producción total,

consiguiendo de esta manera determinar la productividad de la empresa y a partir de ahí proponer mejoras que favorezcan en la optimización de producción de la misma.

### **3.3. Métodos de investigación**

#### **3.3.4. Deductivo**

Se aplicó este método deductivo ya que con él se realizaron estrategias de razonamiento empleada para deducir conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios.

#### **3.3.5. Observación**

Se aplicó el método de observación en las actividades realizadas en el proceso de elaboración de las bandas transportadoras de piso esto nos ayuda a examinar problemas que se puedan ocasionar en el proceso, teniendo un propósito expreso conforme a un plan determinado y recopilando los datos en una forma sistemática

#### **3.3.6. Analítico**

Este método se aplicó para analizar y desmembrando los procesos, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

#### **3.3.7. Encuesta**

La encuesta se utilizó para la recopilación de información. Consisten en cuestionarios diseñados para obtener los datos deseados, útiles para el desarrollo del trabajo de medición y cálculo de parámetros.

### **3.4. Fuentes de recopilación de información**

#### **3.4.4. Fuente primaria**

Información recopilada a través de la entrevista realizada a la empresa.

#### **3.4.5. Fuente secundaria**

Información adquirida a través de libros, internet para solventar el tema investigado.

### **3.5. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación de estudio fue de campo debido a que la obtención de datos es de forma directa donde ocurren los hechos, utilizando técnicas específicas como la observación directa y las entrevistas obteniendo la información sin alteración de las condiciones existentes.

Para este tipo de investigación se utilizaron datos secundarios procedentes de fuentes bibliográficas para la obtención del marco teórico. A través de los datos primarios los mismos que son fundamentales para lograr los objetivos y proporcionar la solución del problema planteado.

### **3.6. Instrumentos de investigación**

#### **3.6.4. Observación directa**

Consistió en captar mediante la vista, la situación en función de los objetivos de la investigación utilizando como instrumento un cuaderno y cámara fotográfica.

#### **3.6.5. Entrevista**

Se elaboró un cuestionario con preguntas dirigidas al jefe del área productiva para obtener información referente a las condiciones en la que se encuentra la producción de bandas transportadoras de piso. Instrumento utilizado cuaderno de notas y grabadora.

### **3.6.6. Consultas bibliográficas**

Fue utilizada básicamente para establecer el marco teórico, en general para tener las bases teóricas necesarias para desarrollar el estudio.

### **3.7. Tratamiento de los datos**

Para la recopilación y tabulación de datos se utilizaron documentos creados con Microsoft Excel, Microsoft Word para registrar la información y el análisis de datos

### **3.8. Recursos humanos y materiales**

Para la presente investigación se utilizaron los siguientes recursos:

#### **3.8.4. Recursos humanos**

- Gerente
- Trabajadores

#### **3.8.5. Recursos materiales**

- Internet
- Computadora
- 1 memoria USB (8 GB)
- Libros
- Esferos
- Cámara fotográfica
- Cuaderno

## **4. CAPÍTULO**

# **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Resultados.**

#### **4.2. Análisis de la situación actual del proceso de fabricación de bandas transportadoras de piso.**

Para identificar los principales problemas del proceso de producción de bandas transportadoras de piso, se utilizaron distintos diagramas los mismos que facilitaron la interpretación de la información.

#### **4.3. Personal que trabaja en la empresa.**

##### **4.3.4. Personal administrativo.**

En la actualidad la empresa WIL-PAC S.A cuenta con 21 trabajadores la cual están divididos en diferentes áreas en el cual se detalla a en las tablas 2 y3

**Tabla 2** personal administrativo de la empresa

Gerente	1
Secretaria	1
Bodeguero	1

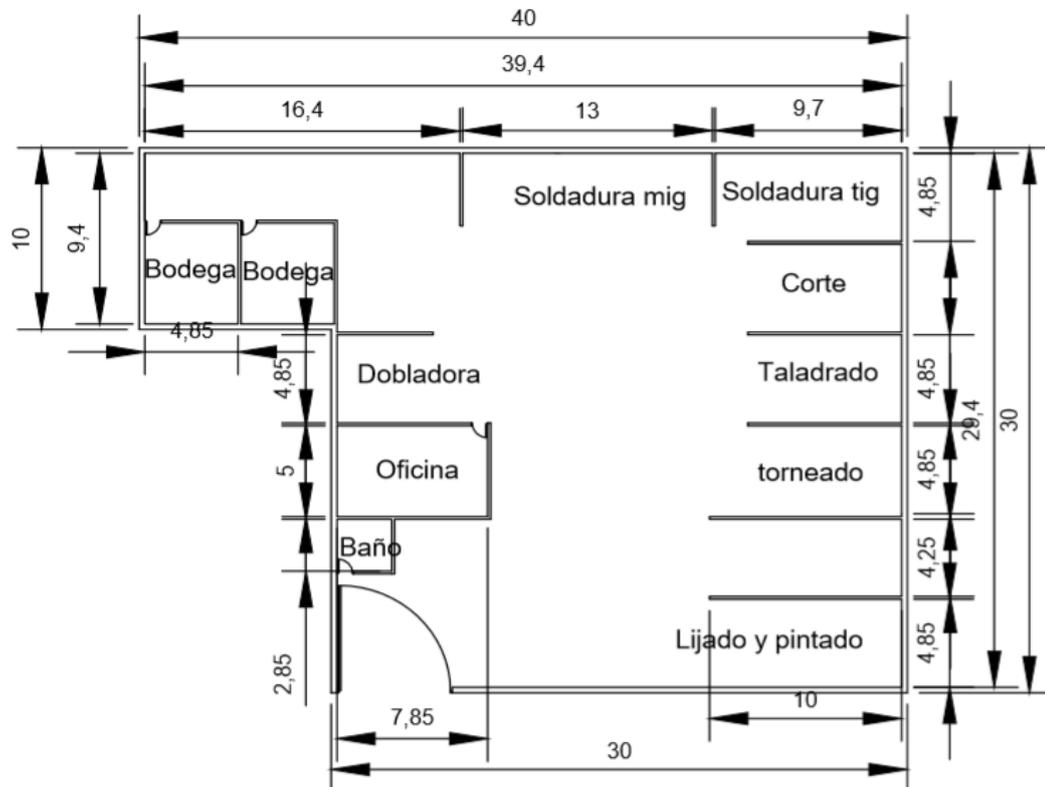
##### **4.3.5. Obreros.**

**Tabla 3** obreros de la empresa

Soldadores	5
Torneros	2
Jefe de taller	1
Electricista	1
Pintores	2
Obreros sin labor especifico	6
Encargado de mantenimiento	1

### 4.3.6. Plano actual de la empresa.

Figura 11 plano actual de la empresa



Fuente: investigación de campo

Elaborado por: Flores A. (2019)

En la figura 12 se detalla el plano de la empresa WIL-PAC S.A en el cual especifica el orden que se encuentran ubicados cada una de las áreas al igual que especifica las dimensiones de las misma.

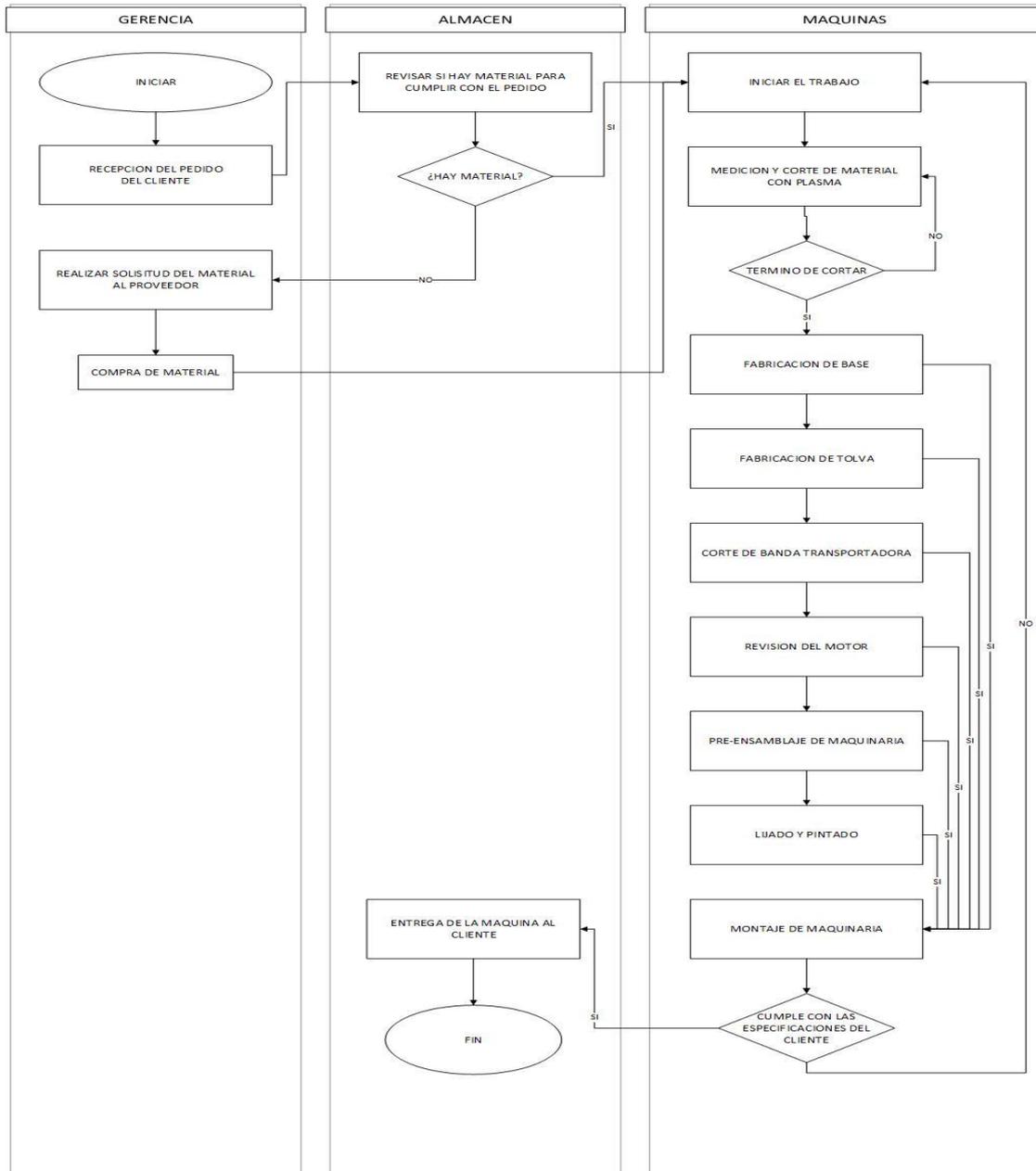
### 4.3.7. Tipo de distribución que aplica la planta.

Mediante la entrevista realizada al gerente de la empresa WILPAC-S.A y al análisis del diagrama de recorrido se confirmó que actualmente aplica una **distribución de planta por producto** (distribución en cadena o distribución en línea) ya que las estaciones y departamentos de trabajo están en una trayectoria lineal en la cual la banda transportadora de piso se desplaza a lo largo de un flujo uniforme y continuo.

los implementos están dispuestos entorno a la ruta que sigue la maquina desde la entrada de los materiales hasta la obtención de la misma, la distribución por producto es la mejor alternativa cuando tenemos una producción repetitiva o continua

#### 4.3.8. Diagrama de flujo del proceso actual.

Figura 12 diagrama de proceso de fabricación de banda transportadora de piso



**Fuente:** investigación de campo  
**Elaborado por:** Flores A. (2019)

### 4.3.9. Análisis del diagrama de flujo.

El proceso inicia en el almacén con la selección de material seleccionado es trasladado a la máquina de corte(corte por plasma), después es transportado para proceder a armar la base de la maquinaria, para después comenzar a realizar otras operaciones tales como la operación de refrendado en el torno y elaboración de los diámetros internos y externos terminado la operación en el torno es trasladado a la maquinaria, de igual manera se realiza la fabricación de la tolva con las dimensiones que el cliente pida, para luego comenzar a trabajar con el corte de la banda transportadora con las dimensiones de la máquina que se estaría trabajando, se procede a realizar una revisión al motor procurando que no tenga falla, una vez realizada todas esas operaciones se procede a ensamblar todo asegurándose que todo esté bien, después se procede a lijar y pintar la maquinaria completa para luego pintarla y entregarla.

### 4.3.10. Estudio de tiempo en la fabricación de bandas transportadoras de piso.

**Tabla 4** estudio de tiempo de fabricación de bandas transportadoras de piso

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO Elaboracion de bandas transportadoras de piso		Metodos						tiempo en minutos	objetos por proceso
nº	Descripcion	operación	transporte	inspeccion	retardo	almacenaje	distania		
1	Selección de material	○	→	□	□	▽		30	1
2	Traslado de material a la maquina de corte	○	→	□	□	▽	12	7,36	2
3	Corte de material con plasma	●	→	□	□	▽		60,2	1
4	Traslado de material para fabricar base	○	→	□	□	▽	8	7,21	2
5	Fabricacion de base	●	→	□	□	▽		1400	1
6	Traslado de material para fabricar la tolva	○	→	□	□	▽	14	7,32	2
7	Fabricacion de tolva	●	→	□	□	▽		360	1
8	Traslado de banda tranportadora para corte	○	→	□	□	▽	11	3,52	2
9	Corte de banda transportadora	●	→	□	□	▽		45,2	1
10	Traslado de motor para revision	○	→	□	□	▽	18	2,31	1
11	Revision del motor	●	→	□	□	▽		30	1
12	Traslado de base para pre-ensamblaje	○	→	□	□	▽	18	5,25	6
13	Pre-ensamblaje de maquina	●	→	□	□	▽		35,5	5
14	Lijado de base	●	→	□	□	▽		60	2
15	Pintado y secado de la base	●	→	□	□	▽		390	2
16	Emsablaje de toda la maquina	●	→	□	□	▽		93,5	6
17	Traslado para su revision	○	→	□	□	▽	6	2,5	6
18	Revision de calidad	○	→	□	□	▽		30	1
19	Traslado al almacen	○	→	□	□	▽	10	1,56	6
20	Finalizacion del proceso	○	→	□	□	▽		0	
21	total	9	8	1		2	97	2165	49

**Fuente:** investigación de campo  
**Elaborado por:** Flores A. (2019)

Para realizar el estudio de tiempo en el proceso de la fabricación de banda transportadora de piso se aplicó el cronometraje por etapa ya que el tiempo de fabricación es muy extenso.

Al realizarse el estudio se determinó que el tiempo para la elaboración de una banda transportadora de piso es de 36 horas laborables siendo la fabricación de la base la que lleva más tiempo en todo el proceso.

La empresa actualmente produce actualmente 4 transportadoras de piso y 1 en proceso de fabricación.

#### **4.3.11. Análisis de la situación actual en la que se encuentra la empresa.**

En la empresa “WIL-PAC” trabaja con distintas máquinas que están inmersas en la elaboración de bandas transportadoras de piso las mismas que han ubicado empíricamente según el espacio con el que cuenta el área de producción, aumentando el tiempo de producción debido a que los trabajadores tienen que desplazarse por todo el taller como se muestra en el diagrama de recorrido produciendo distracciones con sus propios compañeros, como se observa mediante el diagrama de flujo del proceso de bandas transportadoras solo se realiza una inspección la misma que se realiza al final del proceso por parte del jefe de taller, en el proceso de elaboración debe realizarse más de una inspección durante la elaboración las mismas que deben ser después del refrendado del material y la elaboración de la base de la maquinaria para evitar desperdicio de material, mediante el método de estudio de tiempo se establecerán los indicadores de gestión.

#### **4.3.12. Análisis de las maquinarias y equipos que intervienen en el proceso.**

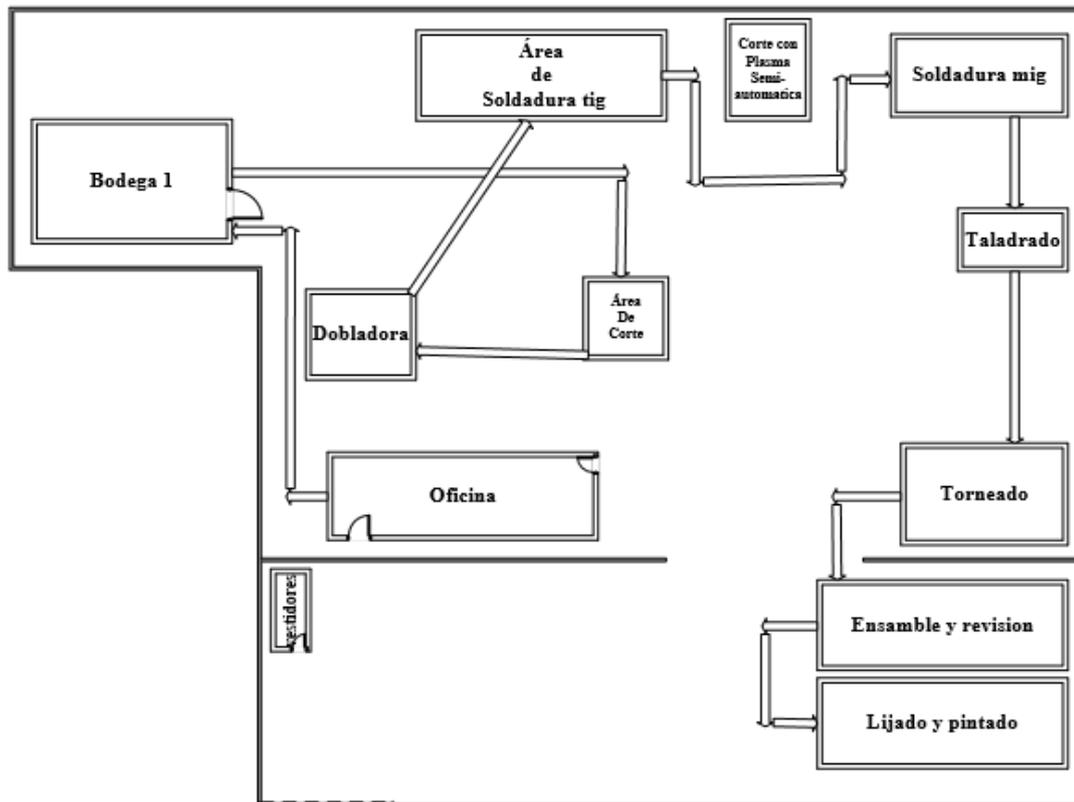
La fabricación de bandas transportadoras de piso es un proceso que se lo realiza mediante unión y fabricación de piezas metálicas acompañadas de un motor trifásico.

Actualmente la empresa cuenta con equipos y máquinas útiles para la producción de bandas transportadoras tales como: torno, fresadora, taladro, soldadoras, etc. Las máquinas y

equipos se encuentran en buen estado, pero algunas de ellas están deterioradas y es por eso el motivo de innovar para que los productos tengan mejor tiempo de fabricación.

### 4.3.13. Diagrama de recorrido.

Figura 5 diagrama de recorrido de banda transportadora de piso



Fuente: investigación de campo  
Elaborado por: Flores A. (2019)

#### 4.3.14. Equipos.

##### 4.3.14.1. Estado de maquinarias que intervienen en el proceso de fabricación de bandas transportadoras.

**Tabla 6** Estado de maquinarias de la empresa

Nombre de maquinas	Cantidad	Estado	Operación	Imagen
Tornos	2	Bueno	Maquinado	
Fresadora	1	Bueno	Maquinado	
Taladros	3	Muy bueno	Perforar	
Soldadoras	8	Muy bueno	Soldar	
Cortadora plasma	1	Bueno	Corte	
Dobladora	1	Bueno	Doblar	

**Fuente:** investigación de campo

**Elaborado por:** Flores A. (2019)

**Interpretación:** Para determinar el estado de las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación de bandas transportadoras de piso el método de investigación aplicado fue observación por la cual se comprobó que la empresa cuenta actualmente con máquinas en buen estado capaz de cumplir con cada una de las operaciones que se requiera

#### 4.4. Identificar el tipo de distribución de planta que permita optimizar la producción.

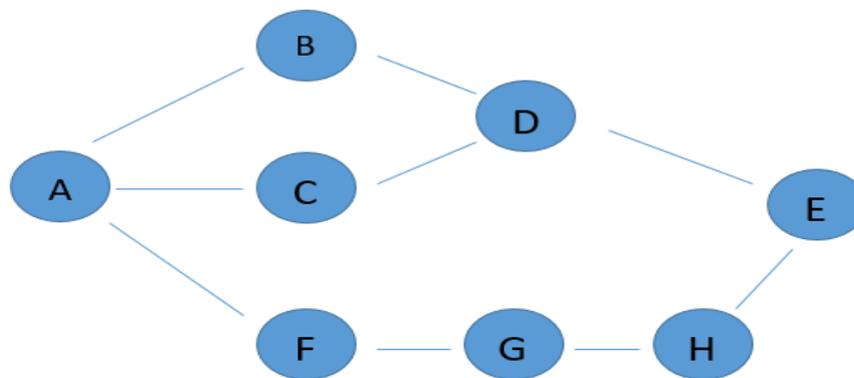
La empresa **WIL-PAC S.A** actualmente aplica una **distribución de planta por producto** ya que el proceso que se realiza para la fabricación de bandas transportadoras de piso es dependiente.

También llamada distribución en línea, los flujos son lineales en el proceso, las máquinas se disponen siguiendo el trascurso de fabricación de las bandas transportadoras. Los puestos de trabajo están colocados uno a continuación del otro, y en cada puesto, la banda transportadora sirve para alimentar el puesto siguiente, sin almacenes intermedios.

Este tipo de distribución se caracteriza por agrupar en un departamento todas las operaciones necesarias para fabricar la banda transportadora de piso, de forma que se trata de colocar cada actividad tan cerca como sea posible de su actividad predecesora. Los procesos se sitúan unos junto a otros a lo largo de una línea en la secuencia en que cada una de ellos ha de ser utilizada. Así, las bandas siguen una secuencia establecida recorriendo la línea de producción de un puesto a otro a medida que se realizan las operaciones necesarias.

#### 4.4.1. Ejemplo grafico de distribución por producto

**Figura 13** distribución por producto que aplica la empresa



**Fuente:** Marco A. (mamografías)

#### 4.4.2. Nueva distribución de planta.

La actual distribución de planta que aplica la empresa para la fabricación de bandas transportadoras de piso no es la adecuada para este proceso tal como se muestra en la figura 37. La **distribución de planta por posición fija** en este caso la maquinaria permanecerá en su sitio. El equipo de fabricación se mueve hacia el producto y no viceversa. Esta es la mejor opción cuando las características del producto son las siguientes:

- Peso
- Forma
- Volumen
- Tamaño

El actual proceso debe cambiar por factores como lo es el **gran tamaño** de las máquinas y el **excesivo peso** del mismo ya que para poder movilizarla se interrumpen los demás procesos debido a la cantidad de personas que se requieren obligando a los trabajadores a dejar lo que estén haciendo para colaborar con la movilización de la misma la cual ocasiona retrasos y desconcentración en los trabajadores.

El objetivo consiste en alcanzar una distribución que permita maximizar la contribución de todos los recursos al proceso de producción, permitiendo a estos recursos que proporcionen un producto en curso.

En una distribución de posición fija, es común que se presente un alto grado de ordenamiento de tareas y en la medida en que esta precedencia determine las etapas de producción, se puede desarrollar una distribución de posición fija, arreglando los materiales de acuerdo con su prioridad tecnológica.

#### **4.5. Reordenar espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, equipos y/o líneas de producción**

Debido al exceso número de factores que hay que tener en cuenta a la hora de plantear una redistribución en planta y al formidable número de cálculos y posibilidades en los problemas de distribución, en la empresa WIL-PAC S.A se usó un software (LAYOUT) el cual cumple con todos los parámetros necesarios en esta redistribución.

La nueva propuesta en la distribución de la planta abarca la disposición física de las instalaciones industriales, incluye los espacios necesarios para el movimiento de los materiales, el almacenaje, la mano de obra directa, así como todo el equipo y personal operativo.

Lo que se busco es esta nueva distribución de planta es disminuir la distancia entre cada uno de los procesos para optimizar el recorrido de los implementos de la banda transportadora de piso para poder reducir el tiempo de fabricación de la misma, al igual que se corrigió algunos errores en la producción generados por la distribución anterior tales como (interrupción en otros procesos, paros inesperados, retrasos,).

#### 4.5.1. Tabla de razón de la empresa.

**Tabla 7** Coeficiente k

Razón de la empresa	Coeficiente K
Gran industria alimenticia	0,05 - 0,15
trabajo en cadena, Transporte mecánico	0,10 - 0,25
Textil - Hilado	0,05 - 0,25
Textil - Tejido	0,05 - 0,25
Relojería, Joyería	0,75 - 1,00
Industria Mecánica Pequeña	1,50 - 2,00
Industria Mecánica	2,00 - 3,00

**Fuente:** Alan F. (2019)

Coeficiente K puede variar desde 0,05 a 3,00 dependerá de la razón de la empresa

#### 4.5.2. Calculo de superficie de maquinarias, herramientas y equipos para redistribución de las áreas de la empresa.

**Tabla 8** cálculo de superficie de máquinas y herramientas

Código	Máquinas y Herramientas	Medidas (metros)		N° de lados útiles
		Largo	Ancho	
<b>Tor.par 1</b>	Torno Paralelo 1	3.18	0.98	2
<b>Tor.par 2</b>	Torno Paralelo 2	3.18	0.98	2
<b>Tal.ban</b>	Taladro de Banco	0.80	0.35	3
<b>Sold.1</b>	Soladora 1	1.15	0.52	3
<b>Sold.2</b>	Soladora 2	1.15	0.52	3
<b>Dobl</b>	Dobladora	1.22	0.51	3
<b>Cor.pl</b>	Cortadora Plasma	0.7	0.3	3
<b>Cor. Dis</b>	Cortadora de Disco	0.5	0.5	3
<b>Mes.1</b>	Mesa de apoyo 1	1.3	1.3	4
<b>Mes.2</b>	Mesa de apoyo 2	1.3	1.3	4
<b>Mes.3</b>	Mesa de apoyo 3	1.3	1.3	4
<b>Mes.4</b>	Mesa de apoyo 4	1.3	1.3	4
<b>Comp</b>	Compresor	0.6	1.2	3

**Fuente:** investigación de campo

**Elaborado por:** Flores A. (2019)

En la tabla 9 se detalla las características de las máquinas y herramientas que intervienen en el proceso de elaboración de las bandas las cuales se aplicaran para calcular superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución, información muy útil para el ordenamiento de los espacios en el área de producción.

Se estableció cuánto espacio se requiere para cada estación de trabajo y que se puedan realizar las operaciones eficientemente para lo cual se toman en cuenta los siguientes factores.

- ✓ dimensiones de cada maquina
- ✓ espacio para el operador
- ✓ medición de los pacillos

### 4.5.3. Superficie que utiliza cada máquina.

**Tabla 9** cálculo de la superficie de la maquina

Código	Ss.	Sg	Se=(Ss+Sg)(K)	St= Ss + Sg + Se
Tor.par 1	3.1164	6.2328	16.3611	25.71
Tor.par 2	3.1164	6.2328	16.3611	25.71
Tal.ban	0.1015	0.3045	1.75	2.16
Sold.1	0.598	1.794	4.186	6.58
Sold.2	0.598	1.794	4.186	6.58
Dobl	0.619	1.858	4.334764	6.81
Cor.pl	0.21	0.63	1.47	2.31
Cor. Dis	0.25	0.75	1.75	2.75
Mes.1	1.69	6.76	14.7875	23.24
Mes.2	1.69	6.76	14.7875	23.24
Mes.3	1.69	6.76	14.7875	23.24
Mes.4	1.69	6.76	14.7875	23.24
Comp	0.72	2.16	5.04	7.92
			m <sup>2</sup>	178.43

**Fuente:** investigación de campo

**Elaborado por:** Flores A. (2019)

En la tabla 10 se calcula la superficie que utiliza cada herramienta y maquinaria que se encuentran en cada una de las estaciones de trabajo.

#### 4.5.4. Elaboración del diagrama de relación de actividades aplicando software CORELAP

##### 1.5.1. Código de razones.

Tabla 10 Código de razones

Código	Definición	Líneas de trazado
A	Absolutamente necesario	4 rectas
E	Especialmente importante	3 rectas
I	Importante	2 rectas
O	Ordinariamente importante	1 recta
U	Sin Importancia	1 zigzag
X	No deseable	2 zigzag

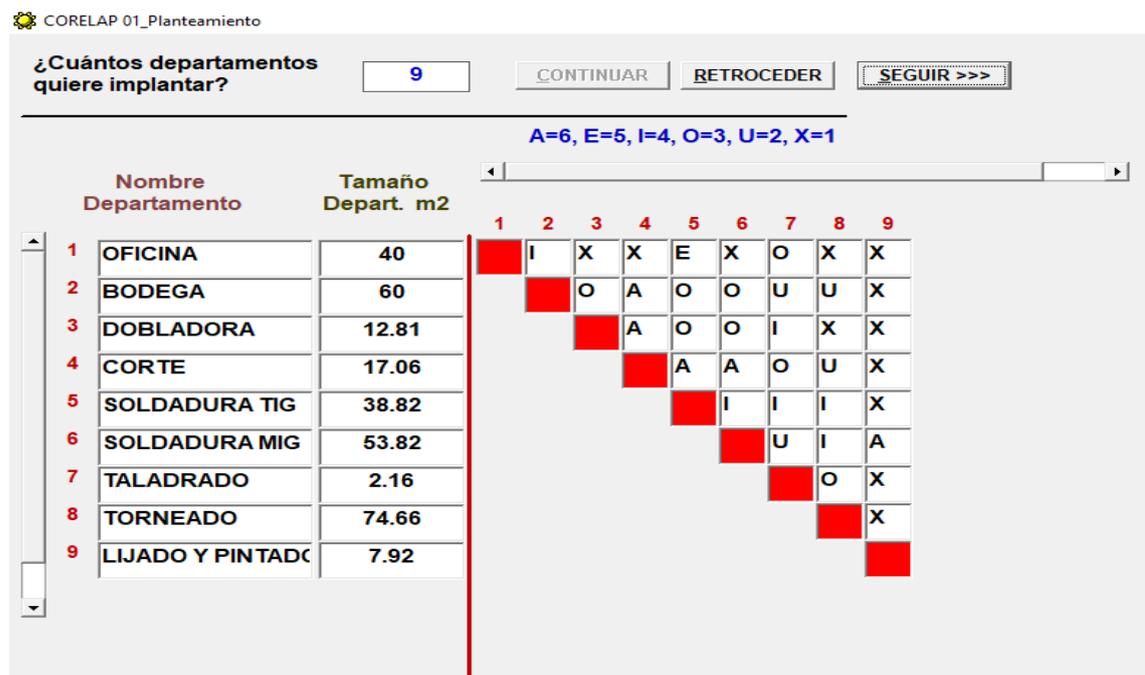
investigación de campo

Elaborado por: Flores A. (2019)

La tabla 12 detalla los códigos y las definiciones que se aplicó en esta propuesta para realizar y aplicar correctamente el diagrama de hilos.

##### 1.5.2. Diagrama de relación de actividades según software corelap.

Figura 14 Diagrama de relación de actividades según software corelap



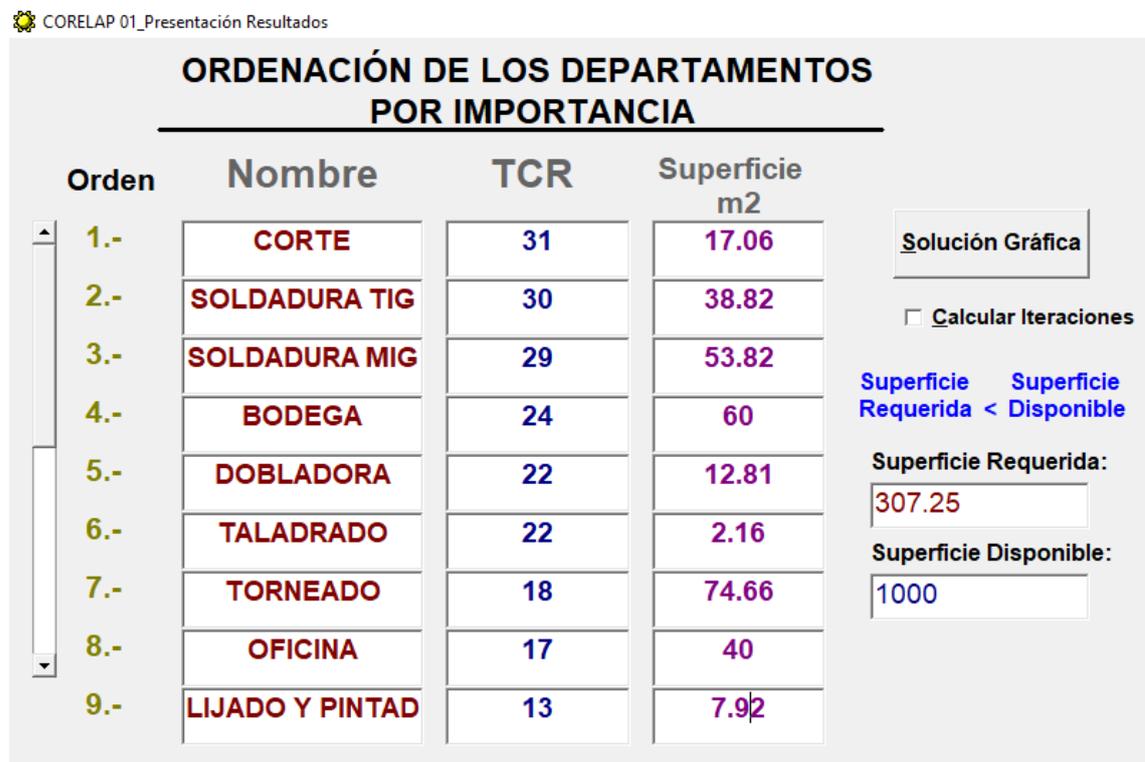
Fuente: investigación de campo

Elaborado por: Flores A. (2019)

Se utilizó la herramienta (Diagrama de relación de actividades) para la aplicación de la nueva redistribución de planta tomando en cuenta la relación que existe de un proceso a otro optimizando el proceso de fabricación de bandas transportadoras de piso tal como se muestra en la figura 38

### 4.5.3. Ordenación de los departamentos según software corelap.

**Figura 15** Ordenamiento de los departamentos según software corelap.

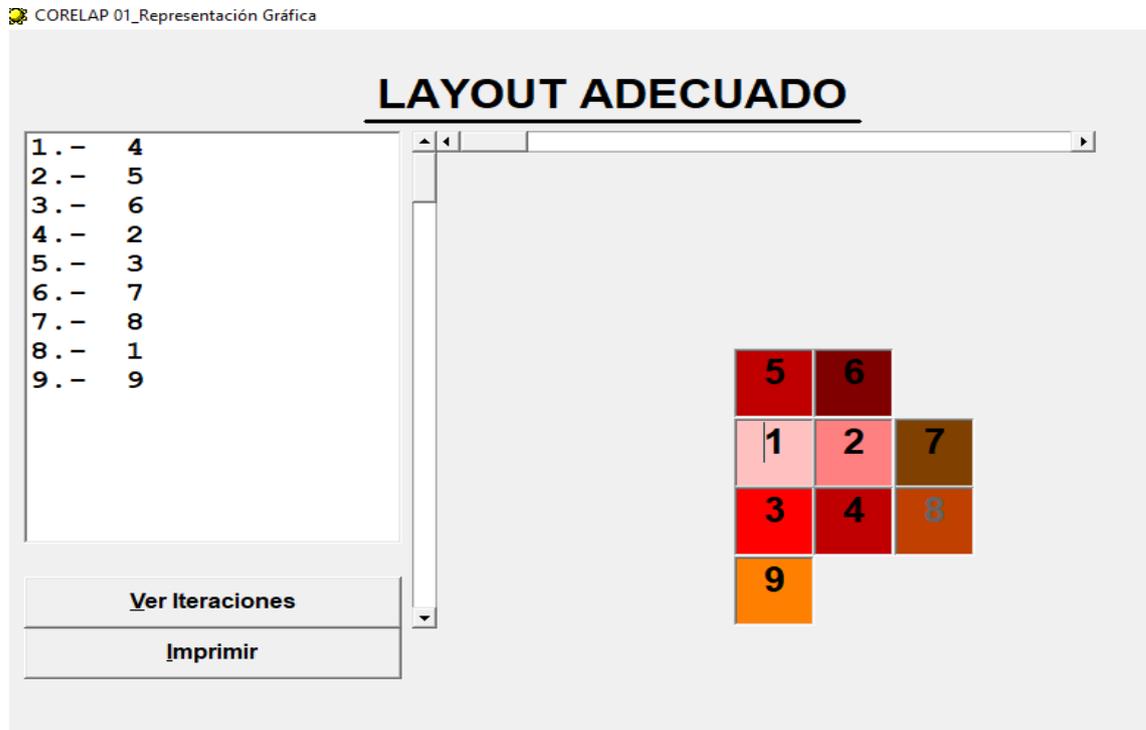


**Fuente:** investigación de campo  
**Elaborado por:** Flores A. (2019)

En la figura 16 se detalla los metros cuadrados que requiere cada área de trabajo con relación a las maquinas, operario, pasillo en la planta, al igual que la superficie total de la misma.

#### 4.5.4. Diseño adecuado según el software corelap.

Figura 16 diseño adecuado según software corelap



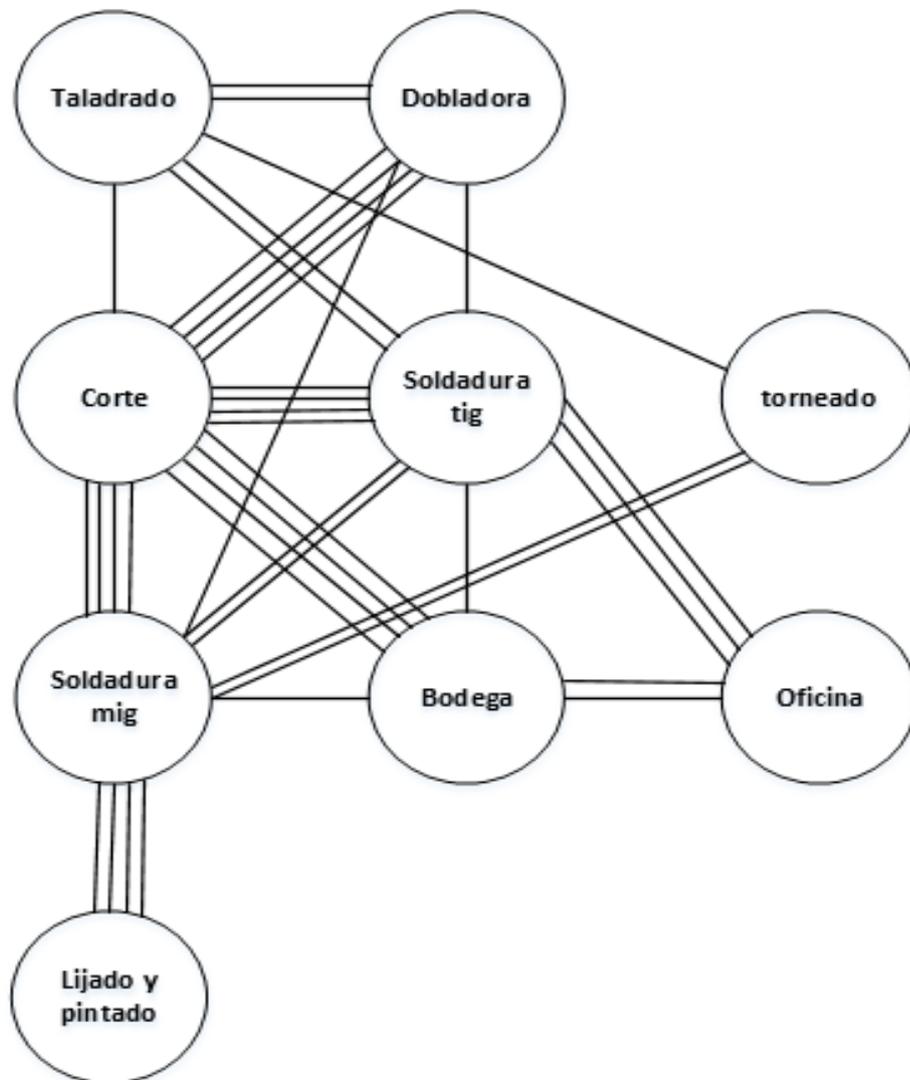
**Fuente:** investigación de campo

**Elaborado por:** Flores A. (2019)

La figura 17 es la representación gráfica de cómo deben distribuirse cada una de las áreas de trabajo optimizando el proceso de fabricación de las bandas transportadoras de piso al igual que los metros cuadrados de cada uno de los departamentos con los que cuentan la planta.

#### 4.5.5. Diagrama de hilos.

Figura 17 Diagrama de hilos



**Fuente:** investigación de campo  
**Elaborado por:** Flores A. (2019)

El actual diagrama de hilos es la representación gráfica que existe entre las distintas actividades del proceso que existe de un puesto de trabajo a otro. Su aplicación primordial es seguir el movimiento de las bandas transportadoras de piso como lo expresa la figura 18

#### 4.5.6. Hoja de trabajo de relación de actividades.

**Tabla 11** Hoja de trabajo de relación de actividades

	<b>Actividades</b>	<b>A</b>	<b>E</b>	<b>I</b>	<b>O</b>	<b>U</b>	<b>X</b>
1	Oficina		5	2	7		3,4,5,8,9
2	Bodega	4			3,5,6	7,8	9
3	Dobladora	4		7	5,6		8,9
4	Corte	5,6			7	8	9
5	Soldadura Tig			6,7,8			9
6	Soldadura Mig	9		8		7	
7	Taladrado				8		9
8	Torneado						9
9	Lijado y pintado						

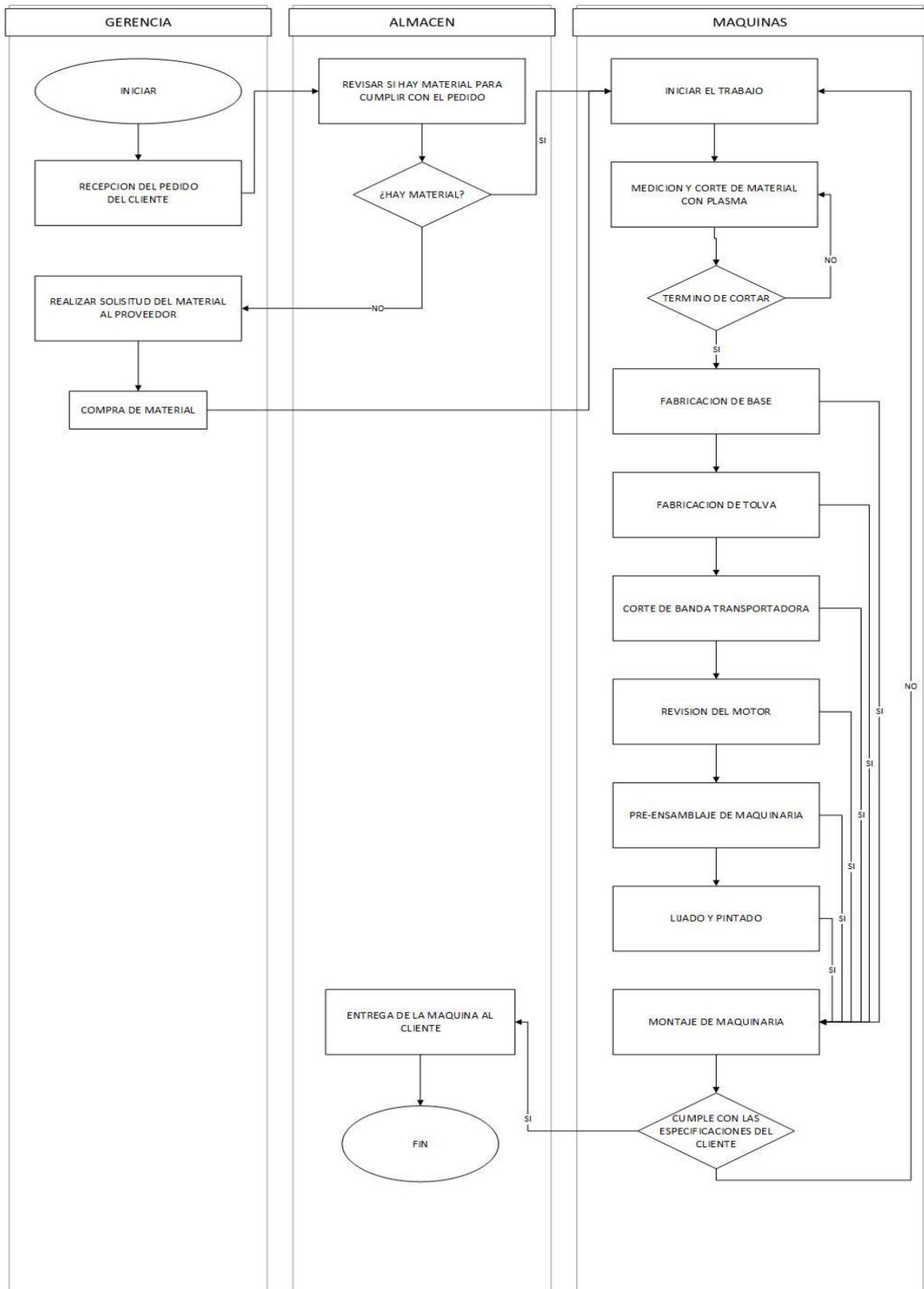
**Fuente:** investigación de campo

**Elaborado por:** flores, A. (2019)

En la tabla 13 se puntualiza la relación que existe entre las distintas áreas de trabajo especificando el grado de importancia representado las letras ya antes mencionados en la tabla 12.

## 4.5.7. Diagrama de flujo

Figura 18 diagrama de flujo



Fuente: investigación de campo  
Elaborado por: flores, A. (2019)

Debido al análisis minucioso se estableció que el proceso actual con el que ha venido trabajando en la fabricación de bandas transportadoras de piso es muy eficiente y no se vio en la necesidad de intervenir en el diseño de otro.

#### **4.5.8. Propuesta de la nueva contratación de un soldador.**

En el estudio de tiempo que se ejecutó aplicando cronometraje por etapa se estableció que el proceso más extenso es la fabricación de la base, la cual es elaborada por una sola persona por ende se vio en la necesidad de proponer otro soldador en el proceso ya que muchas de las acciones que ejecuta el mismo es para un trabajo que lo realicen dos personas (soldar y sujetar ambos extremos, manipular material de longitudes extensa, asistencia con herramientas me mano, entre otras) con la ayuda de otro obrero se tomó el tiempo para determinar si existe diferencia al sugerir otro soldador los resultados de esta prueba son los siguientes:

#### **4.5.9. Tiempo establecido incrementando un soldador**

**Tabla 12** tiempo con 1 operario

<b>Personal</b>	<b>Tiempo en minutos</b>
<b>1</b>	<b>1440</b>

**Tabla 13** tiempo con dos operarios

<b>Personal</b>	<b>Tiempo en minutos</b>
<b>2</b>	<b>946</b>

Se estaría disminuyendo 434 minutos en el proceso lo equivalente a 7 horas y 23 minutos laborables la implementación de otro obrero en el proceso

El tiempo de elaboración de una banda transportadora de piso es de 36 horas laborables con la contratación de un soldador más en el área de soldadura tig el tiempo se reduciría a 29 horas laborables y la producción de bandas transportadoras dejaría de ser 4 máquinas y una en proceso al mes hacer 6 maquinas

#### 4.5.10. Maquinas producidas por mes.

**Tabla 14** Maquinas producidas por mes

Producción de máquinas por mes	Nueva propuesta
4 máquinas terminadas y 1 en proceso	6 máquinas terminadas

**Fuente:** investigación de campo

**Elaborado por:** flores, A. (2019)

## **4.6. DISCUSIÓN**

### **4.6.1. Discusión sobre la realización del diagnóstico de la situación actual de la empresa respecto a la distribución de planta.**

Según el autor **Dr. Juan J. López García 2001** “Conocer los factores que influyen en la empresa, los elementos que lo componen, además para identificar los problemas, por ende, relacionar las ineficiencias en la ejecución del trabajo, para con esto elaborar las diferentes estrategias que permiten mejorar las actividades, se refiere a la realización de un diagnóstico”. [22]

En concordancia con lo mostrado, el análisis que se realizó a la empresa WIL-PAC S.A permitió conocer el estado actual de la empresa en cuanto a su distribución de planta, dándonos las pautas para ejecutar las propuestas Y aplicar solución a los diferentes inconvenientes que presenta la empresa.

### **4.6.2. Discusión respecto a la implementación del software COLELAP 1.0 para correcta distribución de los procesos.**

El software **COLERAP 1.0** es un sistema que usando un comando de relación de actividades el cual reordena los puestos de trabajo de manera más eficiente optimizando el proceso de la fabricación de bandas transportadoras de piso este programa es uno de los más usados al aplicar redistribución de planta en las empresas

### **4.6.3. Discusión de resultado de la nueva propuesta de redistribución de equipos en la empresa WIL-PAC S.A.**

El autor **Richard Muther 1970** manifiesta que “El ubicar en su justo sitio máquinas, herramientas y accesorios; el dar entrada y salida racionales a las materias y productos antes, durante y después de su proceso en planta, pasando desde los almacenes de materias a los departamentos de depósito, embalaje y expedición, y el lograr, en

definitiva, que las operaciones propias de la actividad industrial se produzcan con mínimos movimientos de materiales y de hombres, exige unos conocimientos técnicos y una preparación de vital importancia para la empresa. De ahí que deba encomendarse esta tarea a ingenieros y expertos cuya formación técnica y experiencia les permita considerar los muchos factores que intervienen en el proceso productivo para planear la distribución del modo más eficiente. Dentro del proceso de organización racional de la producción que se impone en nuestros mercados para lograr calidades y precios competitivos, ocupa un lugar destacado la distribución en planta. Porque, esencialmente, tiende a evitar gastos innecesarios de mano de obra y de espacio, factores de poca importancia en las economías subdesarrolladas pero muy significativos en los países que se proponen alcanzar o han logrado la estabilidad". [3]

En concordancia con lo anterior, se elaboró la nueva distribución de las máquinas y equipos que interviene en el proceso de producción para así dar una solución a los diferentes inconvenientes que se encontraron y con esto poder proponer una redistribución del modo más eficiente que maximice las ganancias de la empresa.

# **5. CAPITULO CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN**

## **5.1. Conclusión.**

Se concluye que el análisis realizado al proceso de fabricación de bandas transportadoras de piso ayudo a conocer e identificar la situación actual de la empresa y las falencias que existen en el proceso.

Actualmente la empresa aplica una distribución de planta por proceso la cual no es la adecuada debido a las grandes dimensiones y peso de las maquinas que produce.

Se identificó que el orden que se encuentran distribuidos los procesos producen inconvenientes al transportar el material y al momento de abastecer la bodega estos ocasionan interrupción en otros procesos impidiendo que realicen sus trabajos en el tiempo establecido.

## **5.2. Recomendación.**

Se recomienda que la empresa contrate un maestro soldador con el fin de reducir el tiempo de fabricación de la base de las maquina ya que es el proceso que demanda más tiempo en la producción.

Se sugiere a la empresa que aplique la distribución de planta por posición fija por las grandes dimensiones y peso de las bandas trasportadoras de piso.

Es necesario que la empresa reordene los espacios en el área de producción como lo detalla en el nuevo plano ya que se ajusta a la nueva redistribución por posición fija para optimizar el proceso de fabricación.

## **6. CAPÍTULO BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Muther, Distribucion en planta, Barcelona : HISPANO EUROPEA , 1970.
- [2] d. d. l. f. garcia y i. fernandez quesada , Distribucion en planta, oviedo : Universidad de Oviedo, 2005.
- [3] S. Lucero Quispe, S. C. Donaires y K. Huamani Pardo, «monografias,» 20 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos109/distribucion-de-planta/distribucion-de-planta.shtml>.
- [4] J. Salas Bacalla, «sisbib,» 2 enero 1998. [En línea]. Available: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01\\_n2/tipos.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01_n2/tipos.htm).
- [5] gecousb, «gecousb,» [En línea]. Available: [http://gecousb.com.ve/guias/GECO/M%C3%A9todos%20y%20Tiempos%20\(TS-2440\)/Material%20Te%C3%B3rico%20\(TS-2440\)/TS-2440%20Diagrama%20de%20Recorrido.pdf](http://gecousb.com.ve/guias/GECO/M%C3%A9todos%20y%20Tiempos%20(TS-2440)/Material%20Te%C3%B3rico%20(TS-2440)/TS-2440%20Diagrama%20de%20Recorrido.pdf).
- [6] lucidchart, «lucidchart,» [En línea]. Available: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>.
- [7] gestion de operaciones , [En línea]. Available: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>.
- [8] M. Portillo, «monografias,» [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml>.
- [9] P. G. Perez, «monografias,» diciembre 2007. [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos55/software-en-distribucion-de-instalaciones/software-en-distribucion-de-instalaciones2.shtml>.
- [10] j. diaz, «negocio y emprendimiento,» 15 mayo 2011. [En línea]. Available: <https://www.negociosyemprendimiento.org/2011/05/software-gratuito-distribucion-de-areas.html>.
- [11] club ensayos, «club ensayos,» 28 mayo 2015. [En línea]. Available: <https://www.clubensayos.com/Tecnolog%C3%ADa/M%C3%89TODO-CORELAP/2557624.html>.
- [12] ingenieria industrial, «ingenieria industrial,» 23 marzo 2013. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/m%C3%A9todos-de-distribuci%C3%B3n-y-redistribuci%C3%B3n-en-planta/>.
- [13] C. I. Dopacio, «diccionarioempresarial,» 14 junio 2013. [En línea]. Available: [http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAAAAEAMtMSbF1jTAAASNjYzMLtbLUouLM\\_DxblwMDS0NDA1OQQGZapUt-ckhIQaptWmJOCSoAMvDzWzUAAAA=WKE](http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAAAAEAMtMSbF1jTAAASNjYzMLtbLUouLM_DxblwMDS0NDA1OQQGZapUt-ckhIQaptWmJOCSoAMvDzWzUAAAA=WKE).
- [14] I. B. S. López, «ingenieriaindustrialonline,» 6 abril 2011. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/>.
- [15] S. Carlos, «monografias.com,» 4 noviembre 2009. [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos109/distribucion-de-planta/distribucion-de-planta.shtml>.
- [16] M. Guadalape, «slideshare,» 4 noviembre 2012. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/MariaGpeRdzMarthell/distribucion-de-planta-15020464>.
- [17] B. Salazar, «ingenieriaindustrial,» 5 julio 2013. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>.
- [18] gestion.org, «gestion.org,» 18 enero 2016. [En línea]. Available: <https://www.gestion.org/la-medicion-del-trabajo/>.
- [19] I. J. S. Bacalla, «sisbib sistemas de biblioteca,» 19 enero 2009. [En línea]. Available: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01\\_n2/tipos.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01_n2/tipos.htm).
- [20] Y. Valenzuela, «slideshare,» 6 mayo 2016. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/ydvr/diseo-y-distribucion-de-planta>.

- [21] editorial, «tareasiuniversitarias,» 3 febrero 2013. [En línea]. Available: <https://tareasiuniversitarias.com/disenoy-distribucion-de-planta-y-oficinas.html>.
- [22] C. Lefran, «buen trabajo,» 23 enero 2015. [En línea]. Available: <https://es.workmeter.com/blog/bid/229017/la-importancia-de-la-productividad-empresarial>.
- [23] C. López, «gestiopolis,» 11 Marzo 2001. [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>.
- [24] filosofia, «filosofia,» 14 Junio 2017. [En línea]. Available: <http://www.filosofia.org/enc/ros/pr27.htm>.
- [25] A. Sevilla, «economipedia,» 08 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>.
- [26] F. Alan, *Imagen*, Quevedo, Los Rios, 2019.
- [27] R. Muther, *Distribucion de planta*, Barcelona : Segunda edicion , 1970.
- [28] a. flores, *industrial*, Esmeraldas: cuarta edicion , 2018.
- [29] a. flores, *industrial*, esmeraldas: cuarta edicion, 2018.
- [30] M. Richard, *distribucion en planta*, 2, Ed., barcelona, 1970.
- [31] M. Richard, *distribucion en planta*, barcelona: 2, 1970.
- [32] definicion, «definicion,» 5 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://definicion.mx/produccion/>.
- [33] A. Sevilla, «economipedia,» 16 Enero 2014. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>.
- [34] G. tutoriales, «gestiondeoperaciones,» 3 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>.
- [35] aiteco, «aiteco,» 17 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>.
- [36] monografias , «monografias,» 21 Enero 2014. [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos24/distribucion-espacio/distribucion-espacio.shtml>.
- [37] bibing, «bibing,» 19 Noviembre 1981. [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/20078/fichero/Volumen+I%252FCap%C3%ADulo+3.+An%C3%A1lisis+del+Planteamiento.pdf>.

# **7. CAPITULO VII**

## **ANEXOS**

## 7.1. Encuesta realizada al gerente de la empresa

**Tabla 15** Encuesta realizada al gerente de la empresa.

Pregunta	Respuesta
¿la empresa cuenta con una distribución de planta?	Si
¿Qué tipo de distribución aplica la empresa?	Distribución por proceso
¿las maquinas que interviene en el proceso en qué estado se encuentran?	Optimo
¿Cree usted que la planta necesita una nueva redistribución?	SI
¿recibe capacitaciones sobre el manejo de más maquinas que opera?	No
¿Las maquinas cuentan con el área delimitada para cada una de ellas?	No
¿últimamente se han retrasado con la entrega de alguna maquina?	SI
¿Desearía que se aplique una nueva distribución de planta que se ajuste a este proceso?	SI
¿cree usted que los metros cuadrados de las estaciones de trabajo están optimizados?	NO

**Fuente:** investigación de campo  
**Elaborado por:** flores, A. (2019)

**Figura 19** banda transportadora de piso



**Figura 20** Elebadores



**Figura 21** Silo de almacenamiento



**Figura 22** Silo de almacenamiento



**Figura 23** Pesado y empaquetado



**Figura 24** Secadora industrial



**Figura 25** Silo de almacenamiento



**Figura 26** Cortadora de mazorca



**Figura 27** Dosificadora



**Figura 28** Desbadora



**Figura 29** Pesado y empaquetado



**Figura 30** Exteriores de la empresa



**Figura 31** Cortadora de disco



**Figura 32** Cortadora plasma



**Figura 33 Soldadora**



**Figura 34 Taladro de banco**



**Figura 35** Fresadora

