

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): JUNIOR ALEXANDER APELLIDOS: ORTIZ ARENAS

NOMBRE(S): TANIA PAOLA APELLIDOS: CAÑIZARES VARGAS

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA INDUSTRIAL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): FANNY YURLEY APELLIDOS: HERNÁNDEZ VILLAMIZAR

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA INDUSTRIAS VICAR UBICADA EN LA CIUDAD DE CÚCUTA.

RESUMEN: En el presente proyecto, se propuso la necesidad de implementar una eficiente distribución de planta en la empresa Industrias Vicar, analizando sus instalaciones, maquinarias, equipos, operarios y puestos de trabajo para la implementación de decisiones estratégicas que mejoraran la respuesta al cliente. Se identificó que una correcta gestión de los pedidos en tiempos establecidos y la alta calidad de los productos fabricados se asociaban a un flujo de materias o productos coherente con los procesos de manufactura, lo que se vinculaba con el uso eficiente de recursos y la productividad. Para mejorar esta situación, se desarrolló una propuesta de distribución de planta en las instalaciones de la empresa. Se utilizaron diversas herramientas, como la metodología SLP, el software FlexSim, diagramas de recorridos y la evaluación de costos, para mejorar y estandarizar los procesos de fabricación de sillas universitarias. Gracias a este proyecto, la compañía logró identificar mejoras en cuanto a su productividad y eficiencia en el área de producción, evidenciando posibles pérdidas u oportunidades de mejora en el aumentando su rentabilidad.

PALABRAS CLAVES: Productividad, Layout, Distribución de planta, FlexSim

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 196 PLANOS: CD ROOM:

ILUSTRACIONES:

PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA INDUSTRIAS
VICAR UBICADA EN LA CIUDAD DE CÚCUTA.

TANIA PAOLA CAÑIZARES VARGAS
JUNIOR ALEXANDER ORTIZ ARENAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA INDUSTRIAS
VICAR UBICADA EN LA CIUDAD DE CÚCUTA.

TANIA PAOLA CAÑIZARES VARGAS

Código: 1192600

JUNIOR ALEXANDER ORTIZ ARENAS

Código: 1192590

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

FANNY YURLEY HERNÁNDEZ VILLAMIZAR

Ingeniera Industrial

Doctor en Ciencias Gerenciales

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 07 de marzo, 2023
HORA: 11:00 p.m.
LUGAR: SALA DE JUNTAS PLAN DE ESTUDIOS
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA INDUSTRIAL

TÍTULO DE LA TESIS: “PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA INDUSTRIAS VICAR UBICADA EN LA CIUDAD DE CÚCUTA”.

JURADOS: OSCAR MAYORGA TORRES
ALVARO JUNIOR CAICEDO ROLÓN

DIRECTOR: FANNY YURLEY HERNÁNDEZ VILLAMIZAR

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACIÓN LETRA	NÚMERO
TANIA PAOLA CAÑIZARES VARGAS	1192600	cuatro, cero	4,0
JUNIOR ALEXANDER ORTIZ ARENAS	1192590	cuatro, cero	4,0

APROBADA

OSCAR MAYORGA TORRES

ALVARO JUNIOR CAICEDO ROLÓN

Vo.Bo ÓSCAR MAYORGA TORRES

Director Plan de Estudios

Ingeniería Industrial

Magda M.

Agradecimientos

A Dios, ya que, sin Su guía, nada de esto hubiera sido posible.

A la UFPS, que promueve la formación profesional y orienta a docentes, a quienes admiramos y respetamos por sus valiosos conocimientos y enseñanzas, siendo pieza clave en nuestro aprendizaje.

A nuestras familias por su apoyo incondicional, alentándonos en cada paso de este sueño que hoy se materializa.

A gradecemos a nuestros compañeros que, con el tiempo, se convirtieron en amigos e incluso en familia, compartiendo vivencias y enseñanzas que nos permitieron una formación integral.

Resumen

En el presente proyecto, se propuso la necesidad de implementar una eficiente distribución de planta en la empresa Industrias Vicar, analizando sus instalaciones, maquinarias, equipos, operarios y puestos de trabajo para la implementación de decisiones estratégicas que mejoraran la respuesta al cliente. Se identificó que una correcta gestión de los pedidos en tiempos establecidos y la alta calidad de los productos fabricados se asociaban a un flujo de materias o productos coherente con los procesos de manufactura, lo que se vinculaba con el uso eficiente de recursos y la productividad.

Para mejorar esta situación, se desarrolló una propuesta de distribución de planta en las instalaciones de la empresa. Se utilizaron diversas herramientas, como la metodología SLP, el software FlexSim, diagramas de recorridos y la evaluación de costos, para mejorar y estandarizar los procesos de fabricación de sillas universitarias. Gracias a este proyecto, la compañía logró identificar mejoras en cuanto a su productividad y eficiencia en el área de producción, evidenciando posibles pérdidas u oportunidades de mejora en el aumentando su rentabilidad.

Palabras clave: Productividad, Layaout, Distribución de planta, FlexSim.

Summary

In this project, the need to implement an efficient plant distribution in the Industrias Vicar company was proposed, analyzing its facilities, machinery, equipment, workers and workstations for the implementation of strategic decisions that would improve customer response. It was identified that a correct management of orders within established times and the high quality of the products manufactured were associated with a material or product flow consistent with the manufacturing processes, which was linked to the efficient use of resources and productivity.

To improve this situation, a plant distribution proposal was developed in the company's facilities. Various tools were used, such as the SLP methodology, the FlexSim software, route diagrams and cost evaluation, to improve and standardize the manufacturing processes of university chairs. Thanks to this project, the company was able to identify improvements in terms of its productivity and efficiency in the production area, evidencing possible losses or improvement opportunities and increasing its profitability.

Keywords: Productivity, Layout, Plant Distribution, FlexSim

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	1
1 El Problema	3
1.1 Título	3
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Formulación del problema	5
1.4 Justificación	5
1.4.1 A nivel de la empresa	5
1.4.2 A nivel del estudiante	6
1.5 Objetivos	7
1.5.1 Objetivo general	7
1.5.2 Objetivos específicos	7
1.6 Alcances y limitaciones	8
1.6.1 Alcances	8
1.6.2 Limitaciones	8
2 Marco referencial	9
2.1 Antecedentes	9
2.1.1 Antecedentes internacionales	9
2.1.2 Antecedentes nacionales	12
2.1.3 Antecedentes regionales	14

2.2	Marco contextual	17
2.2.1	Reseña histórica	17
2.2.2	Valores organizacionales	18
2.2.3	Misión	18
2.2.4	Visión	19
2.2.5	Logo	19
2.2.6	Organigrama administrativo	20
2.3	Marco teórico	20
2.3.1	Diagnóstico organizacional	20
2.3.2	Estudio de métodos y tiempos	21
2.3.3	Estudio de tiempos	22
2.3.4	Tiempo estándar	23
2.3.5	Técnica para el estudio de tiempos	24
2.3.5.1	Recolección de información del trabajo	24
2.3.5.2	Realización del estudio de tiempos	25
2.3.6	Herramientas para el registro de información	25
2.3.6.1	Análisis dofa	25
2.3.6.2	Diagrama de precedencia	28
2.3.6.3	Diagrama de relación de actividades	28
2.3.6.4	Flujograma	29
2.3.6.5	Gráficos del recorrido.	30
2.3.6.6	Diagramas de causa y efecto	30
2.3.6.7	Diagrama de proceso.	31

2.3.7	Toma de tiempos y movimientos	34
2.3.7.1	Cronometro	34
2.3.8	Formato de toma de tiempos	35
2.3.9	Distribución de planta	36
2.3.9.1	Ventajas de una correcta distribución de planta	38
2.3.9.2	Principios básicos para la distribución en planta.	38
2.3.9.3	Principio de integración	38
2.3.9.4	Principio de la mínima distancia recorrida	39
2.3.9.5	Principio de circulación o flujo de materiales	39
2.3.9.6	Principio del espacio cubico	40
2.3.9.7	Principio de la satisfacción y de la seguridad	40
2.3.9.8	Principio de la flexibilidad	40
2.3.9.9	Factores que afectan la distribución en planta	41
2.3.9.10	Factor material	41
2.3.9.11	Factor maquinaria	41
2.3.9.12	Factor hombre	42
2.3.9.13	Factor movimiento	42
2.3.9.14	Factor espera	43
2.3.9.15	Factor servicio	43
2.3.9.16	Factor edificio	44
2.3.9.17	Factor cambio	44
2.3.10	Tipos de distribución en planta	44
2.3.10.1	Distribución de planta por producto	46

2.3.10.2	Distribución de planta por proceso	48
2.3.10.3	Distribución de planta por posición fija	51
2.3.10.4	Distribución de planta Híbrida	52
2.3.11	Planeación sistemática de la distribución en planta (SLP)	55
2.3.12	Fases de desarrollo del modelo SLP	55
2.3.12.1	Locación	55
2.3.12.2	Planeación de la organización general completa	56
2.3.12.3	Preparación en detalle del plan de organización	56
2.3.12.4	La instalación	56
2.3.13	Proceso de diseño de la distribución en planta	58
2.3.13.1	Paso 1. Análisis producto-cantidad	58
2.3.13.2	Paso 2. Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)	58
2.3.13.3	Paso 3. Análisis de las relaciones entre actividades	59
2.3.13.4	Paso 4. Desarrollo del diagrama relacional de actividades	61
2.3.13.5	Paso 5. Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios	62
2.3.13.6	Paso 6. Desarrollo del diagrama relacional de espacios	62
2.3.13.7	Paso 7. Evaluación de las alternativas de distribución	63
2.4	Simulación de la distribución en planta	64
2.5	Marco conceptual	65
2.6	Marco legal	70
2.6.1	Resolución 2400 de 1979 del ministerio de trabajo y seguridad social	70
2.6.2	Ley 9 de 1979 (enero 24)	71
2.6.3	Resolución 8312 de 1983	71

2.6.4	Resolución 1208 de 2003	72
2.6.5	Decreto 948 de 1995 del ministerio del medio ambiente	72
2.6.6	Norma ntc 4066	72
2.6.7	Norma iso 9001	72
3	Diseño metodológico	73
3.1	Tipo de investigación	73
3.2	Población y muestra	74
3.2.1	Población	74
3.2.2	Muestra	74
3.3	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	74
3.3.1	Fuentes primarias	75
3.3.2	Fuentes secundarias	75
3.4	Análisis de la información	76
4	Desarrollo del proyecto	77
4.1	Analizar el estado actual de la empresa industrias Vicar	77
4.1.1	Analizar los instrumentos de recolección de información	78
4.1.2	Analizar la distribución de planta actual de la empresa industrias Vicar	78
4.1.2.1	Plano de la distribución actual de la empresa industrias Vicar	78
4.1.3	Analizar de los factores que se afectan la distribución en Planta	93
4.1.3.1	Factor material	93
4.1.3.2	Factor hombre	97
4.1.3.3	Factor maquinaria	98

4.1.3.4 Factor edificio	99
4.1.3.5 Factor movimiento y espera	102
4.1.3.6 Factor servicio	103
4.1.3.7 Factor Cambio	104
4.1.4 seleccionar el producto para analizar el proceso productivo	105
4.2 Proponer la distribución de planta con base en la metodología SLP	106
4.2.1 Analizar el método SLP	106
4.2.1.1 Análisis producto-cantidad	107
4.2.1.2 Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)	109
4.2.1.3 Diagrama relacional de actividades propuesto	129
4.3 Validar el modelo propuesto a través de experimentación computacional	133
4.3.1 Modelar la situación actual	133
4.3.1.1 Modelo actual.	134
4.3.2 Modelar de la propuesta de mejora	145
4.3.3 Analizar la viabilidad económica	157
Conclusiones	166
Recomendaciones	166
Bibliografía	166
Anexos	172

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Logo de la empresa Industrias Vicar	19
Figura 2 Matriz DOFA	27
Figura 3 Diagrama de Causa-Efecto	31
Figura 4 Tipos de cronómetros	35
Figura 5 Disposición por producto o en línea	48
Figura 6 Distribución de líneas flexibles	50
Figura 7 Distribución con componente principal fijo	51
Figura 8 Distribución original del centro de trabajo	53
Figura 9 Matriz de rutas basada en el flujo de las piezas	53
Figura 10 Planta ordenada por células de trabajo	54
Figura 11 Esquema del Systematic Layout Planning	57
Figura 12 Diagrama de relación de proximidad	60
Figura 13 Diagrama relacional de actividades	61
Figura 14 Diagrama relacional de espacios	63
Figura 15 Plano del primer piso industrias Vicar	79
Figura 16 Industrias Vicar primer piso área de entrada	80
Figura 17 Inicio del proceso de corte de tubo	81

Figura 18 Área de doblado y cortado de tubería	82
Figura 19 Área de cortado y baños	83
Figura 20 Foto de la parte central de la planta	84
Figura 21 Áreas de soldadura	85
Figura 22 Taladro de árbol	86
Figura 23 Área de pintura y hornos	87
Figura 24 Acumulación de materias primas	88
Figura 25 Plano del segundo piso Industrias Vicar	90
Figura 26 Almacenamientos en segundo piso	92
Figura 27 Personal Industrias Vicar	98
Figura 28 Vista del segundo piso	100
Figura 29 Vista parte superior de la planta	101
Figura 30 Entrada al segundo piso	102
Figura 31 Silla universitaria industrias Vicar	106
Figura 32 Diagrama de recorrido actual para el espaldar de la silla	110
Figura 33 Diagrama de recorrido actual para el asiento de madera	111
Figura 34 Diagrama de recorrido actual para el brazo de madera	112
Figura 35 Diagrama de recorrido actual para la bandeja de la silla	113
Figura 36 Diagrama de recorrido actual para el armado de la silla	114

Figura 37 Cursograma analítico actual para la fabricación del espaldar	116
Figura 38 Cursograma analítico actual para la fabricación del asiento de madera	117
Figura 39 Cursograma analítico actual para la fabricación del brazo de madera	118
Figura 40 Cursograma analítico actual para la fabricación de la bandeja	119
Figura 41 Cursograma analítico actual para el armado de la silla	120
Figura 42 Diagrama de relación de proximidad	125
Figura 43 Análisis del diagrama de relación de proximidad	126
Figura 44 Diagrama relacional de actividades	129
Figura 45 Relaciones entre actividades actual vs propuesto	130
Figura 46 Área de cortado de tubería actual vs propuesto	132
Figura 47 Simulación actual Industrias Vicar en FlexSim	135
Figura 48 Modelo actual Industrias Vicar visa aérea	136
Figura 49 Modelo actual Industrias Vicar conexiones y flujos	137
Figura 50 Modelo actual Industrias Vicar segundo piso	138
Figura 51 Modelo actual vista del horno	139
Figura 52 Modelo actual departamento de madera	140
Figura 53 Modelo actual análisis de almacenamientos	142
Figura 54 Modelo actual análisis de maquinaria	143
Figura 55 Modelo actual análisis de sillas vs tiempo	144

Figura 56 Modelo actual vista de producto terminado	145
Figura 57 Marcación de cambios en el modelo actual	149
Figura 58 Marcación cambios modelo propuesto	150
Figura 59 Modelo propuesto departamento de maderas	152
Figura 60 Modelo propuesto primera planta armada de la silla	153
Figura 61 Modelo propuesto rendimiento de maquinaria	154
Figura 62 Modelo propuesto análisis áreas de ensamble	155
Figura 63 Modelo actual análisis de áreas de ensamble	155
Figura 64 Modelo propuesto sillas vs tiempo	156
Figura 65 Área del almacenamiento de producto final	157

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Símbolos del diagrama de procesos	32
Tabla 2 Ventajas y desventajas del layout orientado al producto	47
Tabla 3 Ventajas y desventajas de la distribución por proceso	49
Tabla 4 Calificación de los insumos	95
Tabla 5 Gama de productos fabricados por Industrias Vicar	96
Tabla 6 Maquinaria de la empresa Industrias Vicar	99
Tabla 7 Formato de tiempos	108
Tabla 8 Resultado del diagrama de recorrido	121
Tabla 9 Resultado del diagrama de recorrido para la elaboración asiento de madera	121
Tabla 10 Resultado del diagrama de recorrido para la elaboración brazo de madera	122
Tabla 11 Resultado del diagrama de recorrido para la elaboración de bandeja	122
Tabla 12 Resultado del diagrama de recorrido para el ensamble pupitre universitario	123
Tabla 13 Resumen de operaciones	123
Tabla 14 Relación de proximidades	124
Tabla 15 Medidas de maquinaria área.	127
Tabla 16 Maquinas movidas	131
Tabla 17 Almacenamientos establecidos	133

Tabla 18 Cambios modelo actual vs propuesto (Maquinaria)	146
Tabla 19 Cambios modelo actual vs propuesto (Almacenamientos)	148
Tabla 20 Costos de materia prima	158
Tabla 21 Gastos fijos Industrias Vicar	158
Tabla 22 Gastos de nomina	159
Tabla 23 Total de costos	159
Tabla 24 Cotizaciones por movimiento de maquinaria	160
Tabla 25 Consolidado de gastos e ingresos	160

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo A. Productos Fabricados	173
Anexo B. Medidas Maquinaria	174
Anexo C. Formato de Tiempo	175
Anexo D. Actual vs Propuesta	176
Anexo E. Cotización	177

Introducción

Actualmente, las compañías se ven obligadas a adaptarse constantemente a sus entornos con el fin de ser más eficientes y efectivas. Por lo tanto, es necesario buscar una evolución continua y una adaptación de los procesos para responder a las demandas del entorno. La competitividad y el desarrollo del mercado, junto con las expectativas de los clientes y las regulaciones y políticas gubernamentales, requieren procesos cada vez más avanzados y eficientes.

El mercado está experimentando cambios en sus tendencias y consumos, especialmente en el sector de mobiliaria. Los clientes requieren una alta flexibilidad y realizan pedidos más pequeños, pero de mayor frecuencia, lo que hace que la producción de bienes no siga un patrón estable. Para adaptarse a estos requerimientos, las empresas deben adoptar estrategias de operación eficientes y a largo plazo, como la optimización del diseño de la distribución de la planta o layout. Esto permitirá alcanzar los objetivos de la empresa de manera efectiva y con un manejo eficiente de los recursos.

La empresa Industrias Vicar consideraba que una distribución eficiente de sus instalaciones, maquinarias, equipos, trabajadores y puestos de trabajo era crucial para la toma de decisiones estratégicas que mejoraran la respuesta a los clientes. La entrega de los pedidos en plazos establecidos y la alta calidad de los productos fabricados se relacionaban con un flujo de materias o productos coherente con los procesos de producción y un uso eficiente de los recursos

de la fábrica, lo que a su vez se asociaba con la productividad y una reducción de los costos con el manejo de materia prima.

Por esta razón, se decidió llevar a cabo una propuesta para reorganizar la distribución de sus instalaciones, con el objetivo de mejorar y estandarizar los procesos de fabricación de muebles para oficinas y escuelas. Esta propuesta se basó en la información contenida en los documentos y en el trabajo diario de los colaboradores, lo que permitió evitar pérdidas fácilmente previsibles y aumentar la productividad y eficiencia en la producción.

Para llevar a cabo este proyecto, se hizo uso de diferentes metodologías, incluyendo SLP, el uso de software como FlexSim, diagramas de recorrido y evaluación de costos, con el fin de identificar e implementar mejoras eficientes. La combinación de estos enfoques permitió una evaluación detallada de los procesos actuales y la identificación de áreas en las que se podrían realizar mejoras significativas, con una consideración cuidadosa de los costos implicados en la misma.

1 El Problema

1.1 Título

PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA
INDUSTRIAS VICAR UBICADA EN LA CIUDAD DE CÚCUTA.

1.2 Planteamiento del problema

En Colombia, debido a la pandemia del COVID-19, el sector mobiliario sufrió pérdidas en sus ventas de aproximadamente el 75% y para el año 2022 se proyectaba un aumento del 50% según la Revista Dinero (2021). En Cúcuta, para el año 2019, el 5.98% de aporte al PIB fue de industrias manufactureras, con un aumento del 3.2%, y la quinta posición entre otros sectores económicos, según la Cámara de Comercio de Cúcuta (2020).

Uno de los desafíos principales del sector mobiliario era la competitividad, ya que el mercado nacional tenía grandes oportunidades, como sinergias con la construcción, el turismo, productos multifuncionales, acceso a nuevos mercados y crecimiento empresarial, y el país buscaba fortalecer este sector económico potencializándolo a través de la economía naranja, según ProColombia (2019). Por lo tanto, era necesario estar en constante mejora para aumentar y fidelizar a los clientes, que son la fuente de ingresos económicos y permanencia de las industrias.

Industrias Vicar, ubicada en la Ciudad de Cúcuta, es una empresa colombiana dedicada a la fabricación y comercialización de artículos mobiliarios, especialmente pupitres universitarios y en 2020 tuvo una reducción en sus ventas de aproximadamente el 35% comparado con los años anteriores debido a la coyuntura del COVID-19. Con el objetivo de aumentar su productividad, buscaba mejorar en las problemáticas que tenía, como el proceso de producción que desarrollaba, ya que contaba con una serie de operaciones que requerían varios recursos dentro de la planta entre un proceso y otro, generando incrementos en costos y los tiempos empleados para la fabricación de los productos, además de no tener un sistema de almacenado bien implementado en materias primas o en productos terminados, así mismo, la ventilación en ciertas áreas no era la adecuada, ya que en la fabricación de los productos existían procesos que generaban partículas de aire al ambiente, impidiendo al personal desarrollar funciones de forma óptima, y finalmente, la empresa no contaba con una marcación adecuada de las áreas de trabajo, lo que dificultaba la organización y funciones desempeñadas por sus colaboradores.

Las consecuencias a futuro por no resolver las problemáticas mencionadas podrían incluso atraer una disminución de ventas, al no cumplir con los pedidos debido a demoras en los tiempos de fabricación, pérdida de clientes y dificultad para captar nuevos clientes, compromiso bajo con los aspectos e impactos de los productos ofrecidos, baja calidad debido a la necesidad de realizar varios recorridos en la planta con los materiales, lo cual causaba daños y pérdidas de las partes elaboradas, aumentando los costos debido a pérdidas de materia prima e incremento en los tiempos de fabricación, considerando estos factores en la ejecución de tareas y en la fabricación de productos por parte de la compañía.

De acuerdo con lo anterior, la empresa industrias Vicar, contempló la idea de desarrollar la propuesta de mejoramiento de distribución de planta, con el fin de poder mejorar sus procesos productivos, donde la planta estuviera adecuadamente distribuida, aprovechando los espacios, generando condiciones de trabajo seguras a los empleados para minimizar riesgos de accidentalidad y reducir daños en materia prima; fue necesaria la elaboración del proyecto presente, para incrementar la eficiencia, reducir costos y minimizar productos terminados de baja calidad, permitiendo ser competitivos con el mercado objetivo.

1.3 Formulación del problema

¿De qué manera la empresa Industrias Vicar, puede solucionar inconvenientes presentados en su distribución actual de la planta, mediante verificación, estrategias y diagnósticos al estado actual, que evidencien incremento en la productividad y mejora continua en los productos fabricados?

1.4 Justificación

1.4.1 A nivel de la empresa

La implementación de esta propuesta permitió a Industrias Vicar avanzar en las acciones de diagnóstico y planeación requeridas para mejorar sus procesos productivos y el procedimiento de elaboración de sus productos. Esto transigió conocer la situación actual e

identificar las variables que afectaban la planta de producción, sirviendo como base para continuar con nuevas acciones, mejorar y adaptar procedimientos en pro de su mejora continua, consolidando y articulando todas las necesidades y oportunidades en la elaboración de los productos ofertados.

El diseño de la distribución de planta ayudo a reducir los transportes entre las operaciones mediante la organización de las máquinas, disminuyendo costos y retrasos, esto debido a que los tiempos de desplazamiento y el desperdicio de materias primas fueron reducidos entre operaciones, lo que llevó a menos retrasos e incrementos de utilidades. Además, se mejorando el almacenamiento de los productos elaborados en cada una de sus etapas, minimizando riesgos de salud y aumentando la seguridad de los trabajadores, esto ayuda a elevar la eficiencia en las operaciones productivas, los empleados tienen ventajas al conocer sus sitios fijos de trabajo y así mejoran en el desempeño en sus funciones. Todo esto contribuyó a obtener productos terminados de calidad que satisfagan a los clientes.

1.4.2 A nivel del estudiante

El estudiante puso en práctica sus conocimientos y habilidades en ingeniería industrial al implementar técnicas y estrategias relacionadas con la optimización de la distribución de la planta y la producción en una organización en tiempo real. Esto permitió desarrollar habilidades importantes como la toma de decisiones informadas, trabajo en equipo, estructura de los procesos y procedimientos, organización y escucha activa, lo que a su vez complementó con su formación integral como ingeniero industrial. Además, la

aplicación de estos conocimientos y habilidades en un entorno real reforzó sus competencias en áreas como el diseño y la distribución de plantas, simulación, métodos y tiempos y seguridad y salud en el trabajo, convirtiéndolo en un profesional más capacitado y preparado.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Proponer una distribución de planta para la empresa Industrias Vicar, ubicada en la ciudad de Cúcuta, empleando la metodología SLP con el fin de mejorar el flujo en los procesos y aumentar la productividad.

1.5.2 Objetivos específicos

Diagnosticar el proceso actual en el área de producción de la empresa Industrias Vicar, aplicando herramientas de ingeniería, identificando el estado actual de la empresa en cuanto a la productividad, recursos tangibles e intangibles y procesos de manufactura.

Proponer alternativa de distribución en planta con base en la metodología SLP para la mejora de los niveles de productividad en la empresa Industrias Vicar

Validar el modelo propuesto a través de experimentación computacional, con el diseño de los escenarios planteados y su viabilidad económica.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances

El enfoque de este proyecto se centró en la empresa Industrias Vicar, en el área de producción. Donde, se buscó establecer un objetivo y un plan de acción para mejorar la distribución de la planta. Para ello, se llevó a cabo un análisis exhaustivo, incluyendo un diagnóstico inicial y la aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP), para evaluar diferentes opciones de distribución. La alternativa más adecuada se propuso y se crearon los planos tanto actuales como propuestos con el software FlexSim. Finalmente, se estimó el impacto y las mejoras obtenidas en la distribución de la planta.

1.6.2 Limitaciones

La limitación más importante en relación con la temática y el requerimiento de la investigación planteado fue la verificación de información en todas las secciones del área de producción debido a las órdenes de unidades a fabricar por la empresa.

2 Marco Referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Sánchez Peña, D. K., (2018). Distribución de planta para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Pinturas y Diluyentes Evan's, Carabayllo. Universidad César Vallejo, repositorio institucional, Ingeniería Industrial.

El presente trabajo busca identificar la forma en la que una distribución de planta puede mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Pinturas y Diluyentes EVAN'S, Carabayllo, para ello se realiza la medición de tiempos empleados en la producción y mediante la creación de un diagrama flujo se buscó obtener la eficiencia que presenta la empresa anterior a la aplicación de la distribución de planta, de igual modo se ha realizado un diagrama recorrido y diagrama de relaciones para determinar las áreas esenciales que debían estar cercas unas de otras. Se implementó la metodología SLP, mediante la cual se buscó plantear la solución a las problemáticas de la empresa, de igual modo, se evaluó si el espacio presente en la empresa era el adecuado, dada la cantidad de producción, operarios y maquinaria que estaban presentes en el proceso productivo, para ello se utilizó el método Guerchet. Posteriormente a la aplicación de la distribución de planta, los resultados arrojaron una reducción significativa en las distancias de recorrido, en el orden de los puestos de trabajo, disminución en tiempos de producción y en el

aprovechamiento del espacio disponible en la empresa. En síntesis, se obtuvo un incremento de la productividad de hasta un 44.72%, esto se da en el departamento productivo de la empresa Pinturas y Diluyentes Evan's, teniendo en cuenta una productividad promedio anterior a la implementación del estudio de un 0.6609 y posteriormente aplicada la distribución de planta es de 0.9565.

Los principales aportes que el presente trabajo representó para esta investigación fueron la metodología seguida referente a la medición de tiempos empleados en la producción y mediante la creación de un diagrama flujo, el cómo se desarrollaron los diagramas de recorrido y relaciones. También, la investigación presentó la metodología SLP en su desarrollo que sirvió de guía para este proyecto, teniendo como posible objetivo su implementación para la realización una distribución de planta.

Dávalos Arregui, P. G., Del Álamo López, B., (2021). Redistribución de planta para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C Cusco. Universidad Andina del Cusco, repositorio institucional, Ingeniería Industrial.

El presente trabajo se centró en el rediseño de la distribución de planta de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco, que se dedica a la producción y venta de tamales en la ciudad de Cusco. Se presentó una metodología de redistribución de planta que incluyó la implementación de diversas técnicas de recolección de información. En primer lugar, se describió detalladamente el proceso productivo y se analizó la maquinaria y los

equipos presentes en la empresa. A través de herramientas de ingeniería como los Diagramas de análisis del proceso y el diagrama de operaciones del proceso, se diseñó un plano de distribución de planta y se presentó un diagrama de recorrido para analizar los flujos de materiales y el movimiento de los trabajadores en la planta. De igual forma, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa. Los resultados del estudio indicaron que la empresa presentaba un área de 128.233m², el tiempo más largo de producción fue de 446.32 min y una distancia total de recorrido de 925.08 metros. Se identificó la necesidad de reubicar la maquinaria y el equipo para disminuir las distancias de recorrido y los tiempos de producción. Además, se recomendó adquirir dos equipos denominados Manguera y Canastilla para optimizar la producción. Se diseñó una redistribución de la sección de cocina y desinfección, así como de la sección de pelado, preparado y almacén para mejorar el flujo de trabajo y la productividad en la empresa. Como resultado, se encontró que la aplicación de la redistribución de planta incrementó la productividad en un 9.08%.

En la investigación presentada anteriormente, se extrajeron aportes referentes a las herramientas de ingeniería utilizadas para la culminación del proyecto, tales como los diagramas de análisis del proceso, diagrama de operaciones del proceso, diagrama de recorrido y se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa. Esto permitió al proyecto que se pretendía llevar a cabo en Industrias Vicar, contar con una guía de esas posibles herramientas que se podrían emplear para su correcto desarrollo.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Contreras Parra, M. F., (2017). Diseño de la nueva planta de producción de sillas para multiproyectos s.a. Universidad Libre, repositorio institucional, Ingeniería Industrial.

Para esta investigación se realizó una propuesta para elaborar un estudio y un diseño de una planta nueva de producción y ensamble de sillas, para la empresa Multiproyectos S.A, dicha empresa contaba con dos bodegas cercanas a la planta de producción principal. Se hizo un análisis del requerimiento de área, simulación mediante el Software Promodel y análisis económicos que mostraran la viabilidad del proyecto y la implementación de una nueva planta. Cualitativamente, se observó las posibles mejoras en los centros de trabajo, la parte logística y el planteamiento de una distribución de planta. Cuantitativamente, se comparó el histórico de producción de la planta, referente a venta de sillas, todo esto para evaluar si se mejoraba realmente el ensamble de sillas en una nueva planta. De igual modo, se efectuó el estudio de tiempos de producción, y se comparó las proyecciones de ventas para analizar la justificación de la inversión, por otra parte, se realizó el Diagrama de recorrido del proceso, el Diagrama de Hilos para tener presente la relación de las actividades y el Diagrama del proceso. Finalmente, se concluye que la nueva planta distribuida correctamente, aumenta la producción, según las proyecciones hechas en la producción de sillas.

Se tomó como guía o referencia todo lo referente a los análisis del requerimiento de área, simulación mediante el Software y análisis económicos, los cuales fueron parte

importante para el desarrollo del proyecto que se pretendía llevar a cabo en Industrias Vicar.

Duero Guevara, W., Solís Torres, J. D., (2020). Propuesta de diseño de distribución en planta para el sistema productivo de una empresa metalmeccánica contra pedido. Caso: empresa FB Ingeniería y Estructuras. Universidad Autónoma de Occidente, repositorio institucional, Tecnología Industrial.

El proyecto mencionado tuvo como objetivo proponer una nueva distribución en planta para una instalación recién adquirida por FB Ingeniería y Estructuras S.A.S, una empresa dedicada a la fabricación de estructuras de acero para obras de construcción. El proyecto se dividió en cuatro fases, que incluyeron el análisis de riesgos laborales, la caracterización del proceso de fabricación, el análisis de posibles mejoras en el proceso productivo y el diseño de alternativas de distribución de planta. En la primera fase, se examinó en detalle la estructura del proceso de producción utilizando la notación de procesos de negocio BPMN para identificar actividades que no añadían valor al proceso. También se estudiaron los proyectos previos realizados por la empresa en los últimos tres años. En la segunda fase, se identificaron los riesgos laborales que cada actividad presentaba en la empresa utilizando la metodología propuesta por la GTC 45, que clasifica y valora los riesgos para identificar los peligros críticos a los que están expuestos los trabajadores.

Para la tercera fase, se analizaron las oportunidades de mejora de la distribución de la planta, para así hacer propuestas que mejoren la productividad de la empresa. Finalmente, para cuarta fase, se dieron a conocer tres propuestas de mejoramiento de las áreas de producción. Así mismo se realizó un diagrama del proceso, el cual permitió identificar y mitigar actividades que no agravan valor. En síntesis, se obtuvo un diseño de planta que integró los principales principios de la distribución de planta y los aspectos de seguridad. Se concluye que el principal objetivo es cumplido y se logra hacer unas propuestas de distribución en la empresa, que hace énfasis en salvaguardar la buena salud del personal, igualmente la reestructuración de la operabilidad del proceso de fabricación se benefició al obtener ventajas competitivas respecto a las demás compañías del sector.

Los aportes que la anterior investigación dejó para el desarrollo de este proyecto fueron la forma en que se realizaron los análisis de riesgos relacionados con las actividades desarrolladas por la mano de obra, la caracterización del proceso de fabricación, el análisis de las posibles mejoras en el proceso productivo y el diseño de alternativas de distribución de planta. Dichos aportes fueron tenidos en cuenta como guía en el desarrollo de la investigación llevada a cabo en Industrias Vicar.

2.1.3 Antecedentes Regionales

Guerrero Rueda, J. D., Castilla Nova, P. H., (2020). Elaboración de una propuesta de mejoramiento del proceso de molienda en la Empresa Arcillas Castilla del municipio del Zulia, Norte de Santander. Universidad de Santander.

En este trabajo se propone elaborar una propuesta de mejoramiento del proceso en la zona de molienda, primero se realizará un diagnóstico de la situación actual. Se efectúa un diagnóstico donde se estructura una propuesta de mejoramiento de la línea de producción, haciendo que está sea continua y lineal, sin interrupciones, para así garantizar el cumplimiento de las obligaciones que se tiene con los clientes. Esto resulto en lograr establecer las principales factores o causas de las limitaciones presentes en la compañía, los cuales fueron la ausencia de procedimientos, la maquinaria ya obsoleta y la ausencia de control de contaminantes en el área de trabajo, dado que está última estaba generando congestión y bloqueos para la correcta circulación de materias primas. Dado esto se plantea un plan de mejoramiento con las siguientes estrategias; Obtener el máximo provecho de la disponibilidad del espacio, así como el aprovechamiento de inventivos que se ofrecen a las Pymes, todo con el fin de plantear un proyecto de inversión en el que el principal objetivo sea la adecuación y modernización de las maquinarias existentes en la zona de molienda, teniendo en cuenta equipos de control ambiental, de igual modo, se definió la proporción máxima de raquis de palma posible, para una mezcla con combustibles fósiles, sacando provecho de las relaciones que se presentaban en la empresa Arcilla Castilla – UDES. Finalmente, se evidenció la importancia de implementar herramientas de ingeniería para la mejora continua, utilizadas en este ciclo Deming, de las cuales se identifican AMFE, QFD, 5W-1H, entre otras.

De la anterior investigación, se tuvo en cuenta los pasos seguidos para establecer los principales factores o causas de las limitaciones presentes en la compañía, los cuales

sirvieron como base fundamental para tomar medidas de acción y desarrollo en Industrias Vicar.

Chacón Ortega, E. A., (2018). Estudio de métodos y tiempos en la Comercializadora Herluz S.A.S en la Ciudad de San José de Cúcuta. Universidad Libre Seccional Cúcuta.

El objetivo principal de esta investigación fue realizar un estudio de métodos y tiempos en el proceso de empacado de arroz en la Comercializadora Herluz S.A.S. para mejorar la productividad. Se realizó un diagnóstico de la situación actual utilizando diversas herramientas como el diagrama de causa y efecto, el diagrama de flujo del proceso, el diagrama de bloques del proceso y un diagrama general de la planta. A través del diagrama de causa y efecto, se identificó que la variable de métodos era la principal causa de las falencias de productividad en la línea de producción. Esto se debía a la falta de instructivos de trabajo, manuales de procedimientos o manuales del proceso, así como a la ausencia de planes para programar la productividad y la falta de herramientas esenciales, como la carretilla para facilitar el cargue del producto terminado.

Después de realizar el estudio, se concluyó que el objetivo principal se había cumplido y que la capacidad del proceso había mejorado a 37.3 fardos por hora, lo que hacía viable para la empresa implementar estas medidas para aumentar su productividad en el proceso de empacado de arroz.

Dado que se requería de un estudio de tiempos, este proyecto dejó aportes relacionados con el mismo, donde se realizaron diagrama de causa y efecto, el diagrama de flujo del proceso, diagrama de bloques del proceso y un diagrama general de la planta, los cuales sirvieron como guía principal para la correcta realización de esta investigación en Industrias Vicar.

2.2 Marco Contextual

El proyecto se llevó a cabo en la empresa Industrias Vicar, la cual se dedica a la fabricación de oficinas modulares, muebles para oficina, pupitres universitarios, estanterías, todo tipo de archivadora, puestos de trabajo y recepciones. Está se encuentra ubicada en la Calle 9 #6-59 barrio San Luis de la ciudad de Cúcuta, Departamento de Norte de Santander.

2.2.1 Reseña Histórica

INDUSTRIAS VICAR es una empresa familiar fundada en 1997, inicialmente se elaboraba mobiliario escolar, oficina y almacenamiento para los colegios y empresarios del municipio. Con el pasar de los años se fue expandiendo a municipios aledaños, añadiendo a su catálogo de productos las líneas de mobiliario de almacenamiento semipesado, oficina abierta y diseño de mobiliario especial.

Son una empresa de carácter privado, creada en la ciudad de san José de Cúcuta, el 30 de enero de 1997, con las instalaciones propias, ubicadas en la calle 9 N° 6-59 DEL

BARRIO SAN LUIS, siendo su principal objetivo la fabricación de muebles metal- madera para establecimientos educativos y todo lo relacionado con su oficina general y oficina modular su nombre comercial en INDUSTRIA VICAR.

2.2.2 Valores Organizacionales

- Compromiso con la preservación y el cuidado del medio ambiente.
- Responsabilidad.
- Compromiso por el trabajo.
- Dedicación y esfuerzo por alcanzar los objetivos organizacionales.
- Respeto y tolerancia en nuestras áreas de trabajo.
- Compañerismo.

2.2.3 Misión

Industrias Vicar es una empresa dedicada a la fabricación y distribución de muebles de metal-madera con más de 20 años de experiencia reconocida en la región por ofrecer productos y servicios de buena calidad y gran variedad, precios competitivos entrega puntual. Buscan ofrecer a sus clientes una amplia gama de muebles de excelente calidad en todo lo relacionado a mobiliario: escolar, de oficina, hospitalario, estantería, oficina abierta (modular), supermercados y diseños especiales

2.2.4 Visión

Ser la empresa líder a nivel nacional para el 2025 en el desarrollo de pupitres universitarios, hospitalarios y oficina, creando y diseñando muebles que se ajusten a los espacios y últimas tecnologías, donde la ergonomía, el confort como a la calidad y el cumplimiento permitan proyectarse hacia el futuro promocionando nuevos mercados nacionales e internacionales sirviendo con la mayor eficiencia y compitiendo con buenos precios, para brindar lo mejor a los clientes.

2.2.5 Logo

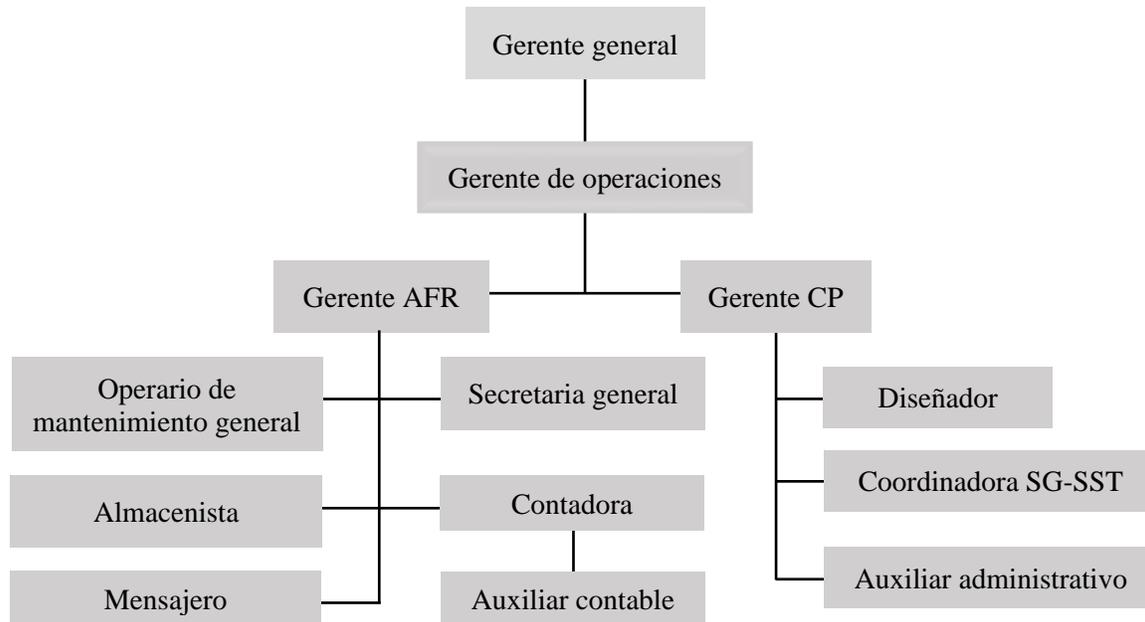
Figura 1

Logo de la empresa Industrias Vicar



Nota. Tomado de Industrias Vicar, 2022, Facebook

2.2.6 Organigrama Administrativo



Gerente AFR: Gerente administrativo, financiero y de recursos humanos

Gerente CP: Gerente comercial y financiero

2.3 Marco Teórico

2.3.1 Diagnóstico organizacional

De acuerdo con Thompson y Strickland (2004) el diagnóstico organizacional se presenta como un estudio especializado que tiene toda empresa u organización, el cual se encarga de evaluar situaciones estratégicas de la empresa actualmente con visión hacia el futuro, en este se presentan las debilidades que se ven reflejas en las problemáticas de la

planta, así como sus fortalezas. Por lo que ello implica la realización de análisis tanto externos como internos y su impacto en la empresa.

2.3.2 Estudio de métodos y tiempos

Según López (2019) para definir el estudio de tiempos, es necesario primeramente entender la medición del trabajo, la cual se considera como una aplicación de procedimientos que determinan el tiempo necesario que le toma a un trabajador que está calificado, en realizar la tarea que se le ha encomendado, teniendo en cuenta las normas de ejecución preestablecidas.

Así mismo, se tiene presente que un ciclo de tiempo en el trabajo, a razón de un diseño mal elabora del producto, puede llevar a su aumento significativo de tiempo, de igual modo un proceso en mal funcionamiento o los tiempos improductivos, bien sea por parte de los trabajadores o la alta dirección, conllevan a ciclos de tiempo más prolongado. Dicho esto, el estudio de métodos resulta una técnica excelente para lograr la minimización de la cantidad de trabajo, dado que elimina los movimientos innecesarios y busca la sustitución de métodos ya presentes. A su vez, la medición del trabajo elimina, minimiza e investiga las causas del tiempo improductivo, es decir, aquellos momentos de tiempo no generan valor agregado a la organización o proceso.

Por otra parte, la medición del trabajo tiene como función la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por ello es una gran herramienta que complementa la

ingeniería de métodos, más aún, en fases de implantación y definición. Cabe mencionar, que es un instrumento de gran valor en el costeo de operaciones.

2.3.3 Estudio de tiempos

Según Benjamín (1996), el estudio de tiempos es una actividad en la que está implicada la técnica que busca establecer tiempos estándar al momento de realizadas diferentes actividades que ya están determinadas, esto teniendo como base las mediciones del contenido del trabajo del método prescrito, considerando factores como las demoras personales, como la fatiga y demás retrasos ineludibles.

Actualmente se encuentran diferentes técnicas que se usan para establecer estándares de tiempo, cada cual adecuada para cada uso y requerimientos, sean de exactitudes o costos, entre ellos se encuentran:

- Estudio de tiempo
- Datos predeterminados del tiempo
- Datos estándar
- Datos históricos
- Muestreo de trabajo

Para la medición de tiempos necesarios para finalizar una tarea, se utilizan diferentes herramientas que sirvan en el registro de dicha información, el cronometro es uno de ellos. Teniendo en cuenta los estándares establecidos, debe haber una capacitación de personal y se debe seguir el método dictaminado en tanto el estudio se está realizando.

En la realización de estudios se debe:

- Descomponer el trabajo en elemento
- Desarrollar un método para cada elemento
- Seleccionar y capacitar al trabajador
- Muestrear el trabajo
- Establecer el estándar

La principal importancia en el estudio de tiempos según Benjamín (1996) encuentra en la productividad de la organización, dado que es mediante está, donde se establecen estándares de tiempo, que posibilitan un control mucho mayor acerca de cómo funciona el sistema de producción, en términos de métodos de trabajo, paradas y procesos programados.

2.3.4 Tiempo estándar

Se define como “El tiempo requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo con las tres condiciones siguientes: (1) Un operador calificado y bien capacitado,

(2) que trabaje a una velocidad o ritmo normal y (3) hace una tarea específica” (Meyers, 2000, p. 19). Para que se cumpla la primera condición, es necesario de un operario con experiencia en la actividad a realizar. Seguidamente la segunda condición se refiere al trabajo realizado a un ritmo adecuado y acomodo para los involucrados en la actividad y finalmente la tercera condición, está en concordancia con una correcta descripción de las actividades o actividad a realizar.

2.3.5 Técnica para el estudio de tiempos

En cualquier organización es gran importancia tener bien definida la técnica que mejor se acomoda a la misma, que sirvan en el análisis de las actividades que se llevan a cabo. Se encuentran muchos métodos para la medición de tiempos reloj, suplementos de trabajo y calificaciones, sin embargo, la forma más eficiente para el presente proyecto es el estudio de tiempos mediante el uso de cronómetros. Según Meyers (2000) el procedimiento necesario para que se realice correctamente un estudio de tiempos se define mediante los siguientes pasos (p. 148).

2.3.5.1 Recolección de información del trabajo

Dicha información debe tener presente características como lo son describir la operación, herramientas, velocidades de los equipos, estado en el que se encuentra la estación de trabajo y la especificación de materiales.

2.3.5.2 Realización del estudio de tiempos

Para este estudio se pueden hacer uso de herramientas como el cronómetro de restablecimiento rápido o continuo, dado que es del tipo más usado para la medición de tiempos en estos tipos de estudios.

2.3.6 Herramientas para el registro de información

2.3.6.1 Análisis DOFA

DOFA hace referencia al acrónimo de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, las cuales surgen de sus siglas en inglés, SWOT (strengths, weaknesses, opportunities, and threats).

El análisis DOFA de acuerdo con Dyson (2004) es una de las herramientas que más se emplean en la planeación estratégica para la identificación y análisis estratégico de la posición actual de una organización. Esta herramienta es un método que complementa en al perfil de capacidad PCI, además brinda información para determinar si una organización o empresa esta correctamente capacitada para desarrollarse en su medio. Dicha herramienta consiste en el desarrollo de una “Matriz para formular estrategias de debilidad – oportunidades-fortalezas –amenazas” (López, 2007, p.32).

De igual modo, la implementación de la matriz DOFA ha hecho que muchas empresas pudieran sintetizar sus factores más importantes, internos como externos, que pudiesen repercutir en su futuro (Kangas et al. 2003). El análisis DOFA está diseñado para facilitar a la dirección de una organización o analista encargado, a hallar encajar mucho mejor las tendencias del medio, donde se esté identificando oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades, estas últimas dos relacionadas con un análisis interno. Estos análisis servirán a la organización a implementar estrategias corregir sus debilidades y aprovechar sus fortalezas.

Cabe mencionar que, la matriz DOFA es una herramienta que permite evaluar la situación actual de una organización y desarrollar estrategias que les permitan aprovechar sus fortalezas, mejorar sus debilidades, aprovechar las oportunidades externas y protegerse de las amenazas externas. Este análisis es importante para ayudar a la organización a tomar decisiones informadas y estratégicas.

En la matriz DOFA, el componente interno se refiere a las fortalezas y debilidades de la organización, que son factores que pueden ser influenciados por la gestión y los recursos disponibles. Por otro lado, el componente externo incluye las oportunidades y amenazas que se presentan en el entorno y que la organización no puede controlar.

El identificar de las fortalezas y debilidades que tiene internamente una empresa, es esencial para determinar las estrategias más adecuadas.

Figura 2*Matriz DOFA*

	FORTALEZAS (F) Lista de Fortalezas	DEBILIDADES (D) Lista de debilidades
OPORTUNIDADES (O) Lista de oportunidades	Estrategias F-O Aprovechar las oportunidades utilizando las fortalezas.	Estrategias D-O Superación de las debilidades sacando provecho de las oportunidades.
AMENAZAS (A) Lista de amenazas	Estrategias F-A Hacer uso de las fortalezas, con el fin de evitar amenazas.	Estrategias D-A Reducción de las debilidades, para evitar amenazas.

Nota: Tomado de *Herramienta de software para la enseñanza y entrenamiento en la construcción de la matriz DOFA* (p.2), por A. M. Ibáñez, 2008, ECORFAN.

El autor Chase (2009) hace una importante mención sobre la importancia de contar con diferentes herramientas para conocer y evaluar los sistemas de una organización. Estas herramientas permiten al gerente tener una visión clara sobre el funcionamiento de la organización y su desempeño. La idea es que, a través de la evaluación de los sistemas, se puedan identificar aquellos aspectos que necesitan mejorar y tomar acciones concretas para lograr una mayor productividad. Algunas de estas herramientas son esenciales para el éxito de la organización, ya que brindan información valiosa que permite al gerente tomar decisiones acertadas y alinear los esfuerzos de la empresa con sus objetivos.

2.3.6.2 Diagrama de precedencia

El diagrama de precedencia describe un sistema productivo cronológicamente. En él se presentan las restricciones de precedencia de cada actividad que se está realizando en un proceso productivo. En términos más amplios, genera una visión global y general de la manera en cómo se está desarrollando un proceso para la fabricación de un determinado producto (Palacios, 2016, p. 101).

2.3.6.3 Diagrama de relación de actividades

De acuerdo con Nahmias (2007) el diagrama de relación de actividades es una herramienta grafica en la que busca representar la idoneidad de distribuir y realizar la ubicación correcta de los pares cada operación cercana entre sí. Para la determinación de la clasificación y relación de “cercanías” se sugieren los códigos siguientes (Canabal et al. 2017):

Relación de cercanía:

- A: Cercanía absolutamente necesario.
- I: Cercanía importante.
- O: Importancia ordinaria.
- U: No es importante.
- X: No es deseable.

Razón de la cercanía:

1. Flujo de material
2. Conveniencia
3. Control de inventarios
4. Mismo personal
5. Limpieza

2.3.6.4 Flujoograma

Según Ugalde (1979) los flujoogramas o también llamados diagramas de flujo u organigramas, representan una herramienta muy importante en el área de trabajo, dado que está presentan los pasos que son necesarios para obtener a una correcta solución de un problema productivo, aportando una concepción más adecuada.

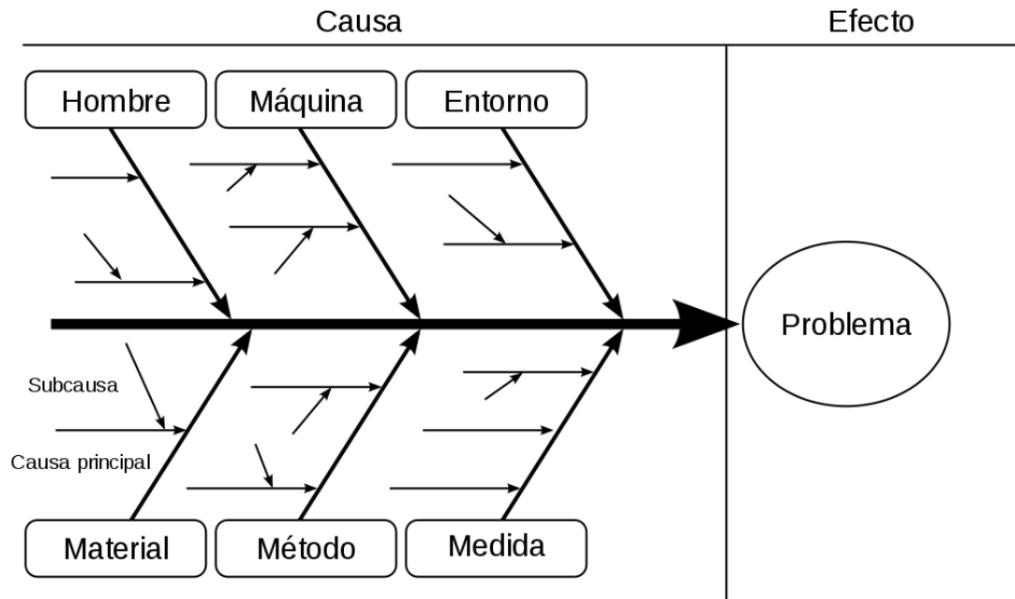
Los flujoogramas son de gran valor en la representación de procesos de una compañía, puesto que se muestran de forma ordena y esquemática, puesto que presenta una secuencia lógica y dinámica acerca del desarrollo de una actividad. Así mismo, permite tener conocer la intervención de la materia prima en el proceso y además cuales son las unidades administrativas, por todo ello son relevantes para mostrar procesos complejos en los cuales las decisiones a tomar son críticas (Palacios, 2016, p. 109).

2.3.6.5 Gráficos del recorrido.

El gráfico del recorrido es una herramienta que permite representar de forma visual los datos registrados a lo largo de un período de tiempo. Su objetivo es facilitar la identificación de patrones y tendencias en los datos, lo que puede ser de gran importancia para la organización. La representación gráfica hace más accesible y comprensible la información, permitiendo al gerente identificar fácilmente los puntos críticos y tomar decisiones estratégicas para mejorar los procesos de la organización. Además, el gráfico del recorrido también puede ser utilizado para monitorear la evolución de los procesos a lo largo del tiempo, lo que permite ajustar las estrategias y mejorar la eficiencia. (Niegel, 1996, p. 42)

2.3.6.6 Diagramas de causa y efecto

El diagrama de causa y efecto, como herramienta permite analizar y comprender los problemas en un sistema o proceso organizacional. Fue desarrollado por Ishikawa y se le conoce también como el "diagrama de espina de pescado" debido a su apariencia. Esta herramienta se utiliza para identificar las causas subyacentes de un problema o fallo recurrente. El proceso consiste en hacer preguntas "¿por qué?" para cada causa identificada, lo que permite llegar a la causa raíz del problema. Este método es útil para solucionar problemas y mejorar la eficiencia en los procesos y sistemas organizacionales (Ishikawa, 1997, p. 78).

Figura 3*Diagrama de Causa-Efecto*

Nota: Tomado de *¿Qué es el control total de calidad?: la modalidad japonesa* (p.78), por K. Ishikawa, 1997, Norma.

2.3.6.7 Diagrama de proceso.

Según la Asociación Americana de Ingeniería Mecánica (1996) el diagrama de proceso de recorrido es una herramienta gráfica en la que se muestran la secuencia de actividades que se presentan durante el transcurso de un proceso de producción, este diagrama se elabora con fines analíticos para facilitar la identificación de diferencias entre métodos. La Asociación de Ingenieros Mecánicos de Estados Unidos (ASME, por sus siglas en inglés) es una organización líder en la industria mecánica y ha establecido una

serie de normas y guías para la optimización de procesos productivos. Según la ASME (1996), cualquier proceso productivo puede ser descrito y analizado a través de cinco actividades clave, las cuales se identifican mediante símbolos específicos. Estos símbolos permiten visualizar de manera más clara y comprensible los diferentes elementos involucrados en un proceso y cómo interactúan entre sí para producir un resultado final.

Tabla 1

Símbolos del diagrama de procesos

Actividad	Símbolo	Descripción
Operación		Produce, realiza algo, arma
Transporte		Mueve, desplaza, transporta
Inspección		Revisa, comprueba
Almacenamiento		Guarda, protege algo, acumula
Operación-inspección		Combina
Demora		Retraso, tardanza

Nota: Esta tabla muestra los símbolos asociados a las diferentes actividades que se desarrollan durante un proceso de producción de un producto.

2.3.6.7.1 *Operación.* Esta se presenta cuando se realiza un cambio intencional en las características físico/químicas de un objeto o materia prima, se presenta cuando se monta o desmonta de otro, o cuando se prepara para otra actividad.

2.3.6.7.2 *Transporte.* Se presenta cuando se realiza un movimiento o traslado de un objeto que hace parte de la línea de producción, de un lugar a otro, cabe mencionar que no se tiene en cuenta movimientos intrínsecos de la operación o aquellos generados por el operario, por lo que el traslado debe ser mayor a 1 metro para ser considerado como tal.

2.3.6.7.3 *Inspección.* La inspección es una actividad que se lleva a cabo con el objetivo de evaluar un objeto, producto o proceso en términos de sus características y calidad. La inspección implica una revisión cuidadosa y detallada de un objeto o producto para determinar si cumple con los estándares y requisitos específicos.

2.3.6.7.4 *Almacenamiento.* Se presenta cuando se guarda o protege y que además no puede ser retirado sin previa autorización, por lo que se le considera almacenamiento al inicio de recepción de materias primas o al final de la línea de producción del producto terminado.

2.3.6.7.5 *Demora.* Es una interrupción en la continuidad del proceso productivo. Se refiere a una situación en la que una actividad no puede continuar inmediatamente con la siguiente debido a algún tipo de obstáculo o retraso. La demora puede tener un impacto negativo en la productividad de una organización, por lo que es importante identificar y mitigar las causas de estas para asegurarse de un flujo de trabajo eficiente y efectivo.

2.3.7 Toma de tiempos y movimientos

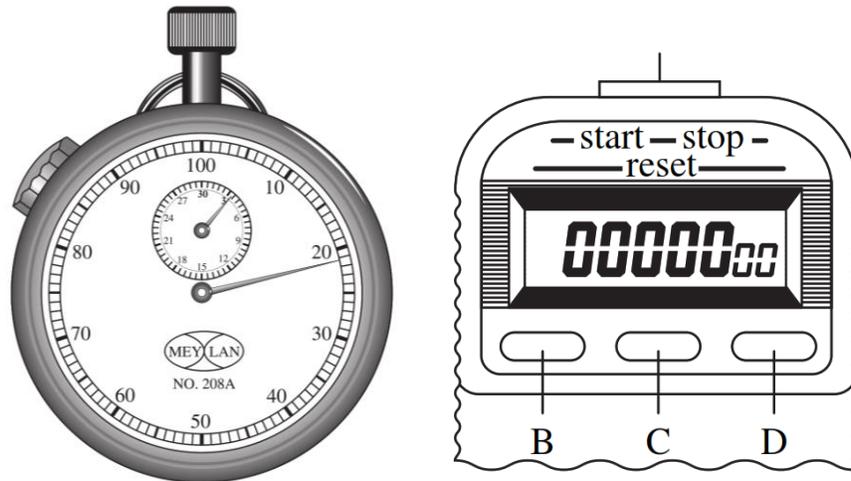
Las herramientas para la toma de tiempos y movimientos son de vital importancia en el desarrollo de cualquier proyecto de diseño estructuración de una organización productiva. Para ello se presentan herramientas como las que se describen a continuación.

2.3.7.1 Cronometro

De acuerdo con Niebel (2009), existen dos tipos de cronómetros que son utilizados en el estudio de tiempo. El primero es el cronómetro con decimales de minuto, que es una herramienta tradicional utilizada en el registro de tiempos. Sin embargo, Niebel (2009) menciona que el segundo tipo de cronómetro, el cronómetro digital, es el más adecuado para este propósito. El cronómetro digital es una herramienta avanzada que permite registrar tiempos de manera precisa y eficiente.

Figura 4

Tipos de cronómetros



Nota: La primera imagen de la representa un Cronómetro minuterero decimal. y la segunda un cronometro digital. Tomado de *Ingeniería Industrial, Métodos estándares y diseño del trabajo* (p.330), por B. W. Niebel, 2009, McGraw-Hill Companies Inc

2.3.8 Formato de toma de tiempos

De acuerdo con Niebel (2009) en este formato se registra todos los datos necesarios durante la realización del trabajo. Hay que tener presente el tiempo de observación (TO) que hace referencia al tiempo que se prolonga la actividad antes de comenzar la siguiente. La calificación (C) la cual es la que recibe el trabajador por su habilidad al momento de ejecutar una determinada tarea, esta se maneja en rangos de 10 en 10, para el caso de un observador que no está familiarizado con el proceso, y de 5 en 5 para aquellos que sí

conocen el proceso. Tiempo Normal (TN) es el que se obtiene a partir de multiplicar el $TO * C = TN$ (p. 332).

Para el cálculo de los tiempos estándar, es necesario tener en cuenta los criterios presentados por Niebel (2009).

2.3.9 Distribución de planta

De acuerdo con Núñez (2014) la distribución de planta (o layout) se basa en encontrar la mejor ubicación para cada uno de los elementos que conforma un proceso de producción, esto es la correcta localización de maquinaria, almacenes, oficinas, puestos de trabajo, pasillos, zonas de receso, etc. Todo esto enfocado en el lugar de producción, buscando que se alcancen los objetivos propuestos por la organización de la forma más eficiente y adecuada posible. Es por ello que para que se dé una correcta distribución de planta, se tiene que tener presente cual es el espacio requerido para el proceso en general y para cada actividad individual, el espacio que se requiere para las operaciones de apoyo y que se busque una correcta y constante circulación de materia prima, personal e información.

La distribución de planta definida por Domínguez (1995) se plantea como aquel proceso enfocado en la determinación de la más eficiente ordenanza de los factos disponibles en la organización, de tal modo que se constituya el sistema, como capaz de

lograr las metas y objetivos fijados. El autor menciona cuatro objetivos o metas principales que se deben lograr con una correcta distribución de planta, los cuales son:

- Lograr que todas las partes que conforman la línea productiva estén completamente integradas, de tal forma que este sistema funcione como una comunidad de objetos.
- Propiciar que todos los recorridos que se realicen, ya sea de materia prima, personal o información, sean los óptimos posibles, para ello se requiere economía de movimientos, equipos, espacio, etc.
- Que se garantice la seguridad, comodidad y satisfacción de los trabajadores, esto para que conlleve una disminución notable de los índices de accidentalidad y que el ambiente de trabajo sea correcto y agradable.
- Tener presente los cambios que se pueden presentar en circunstancias en las que se realizan operaciones, para que se puede adaptar correctamente la distribución de planta, se aconseja distribuciones de planta flexibles.

Es por esto que las decisiones tomadas acerca de una distribución de planta son claves para poder establecer la eficiencia del sistema a largo plazo. De acuerdo a Heizer (2007) el layout de operaciones posee gran número de implicaciones estratégicas, dado que determina cuales son las prioridades de competencia en una organización, desde el punto de la capacidad, procesos, flexibilidad y costos, cabe mencionar que se debe tener presente la calidad de vida de los trabajadores, el contacto con el cliente y la imagen corporativa, por ello el autor menciona que la principal estrategia de una distribución de planta es establecer

un layout que sea económico y satisfaga gran parte de los requisitos que se presentan en el ambiente competitivo de la empresa.

2.3.9.1 Ventajas de una correcta distribución de planta

De acuerdo con Meyers (2006) la aplicación correcta de una distribución de planta permite abarcar dos aspectos importantes, el primero son los beneficios económicos, dado que se aumenta la producción, hay mayor satisfacción del cliente, se optimizan los procesos y reducen costos, por otra parte, los beneficios sociales, dado que proporciona a los trabajadores una mayor seguridad y comodidad.

2.3.9.2 Principios básicos para la distribución en planta.

Según Muther (1970) con el objetivo de tener un orden más eficiente, seguro y económico, se debe tener en cuenta los siguientes principios.

2.3.9.3 Principio de integración

Este se refiere a que un diseño de planta debe contener una correcta integración entre los trabajadores, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliar y demás factores de cada proceso productivo. La visión que tiene este principio es que una planta debe operar bajo un sistema integrado, por lo que todos deben interactuar entre sí como una unidad operativa. Es por ello que el diseño planteado no debería ser solo apropiado para los

involucrados directos, sino que también para aquellos que hacen parte del proceso de forma indirecta, entre ellos se tiene al personal encargado del mantenimiento, los supervisores, inspectores entre otros.

Cabe mencionar que los elementos y sistemas de seguridad deben ser garantizados por la organización que los resultados sean acordes a los deseados (Muther, 1970, p. 19).

2.3.9.4 Principio de la mínima distancia recorrida

Es fundamental que para el diseño de un proceso de producción el material o las partes involucradas en el proceso, presenten un mínimo de distancia recorrida, necesaria para un funcionamiento adecuado, la distancia recorrida de la materia durante el proceso se debe minimizar, dado que esto no añade valor al producto y el cliente no se hace cargo de los costos que esto implica (Muther, 1970, p. 20).

2.3.9.5 Principio de circulación o flujo de materiales

Garantizar un proceso donde cada una de las operaciones implicados, estén alineadas en la secuencia requerida para la transformación del producto. Este principio se complementa con el principio de mínima distancia recorrida, dado que se busca que el sistema funcione de manera fluida y constantes, desde el principio de las operaciones hasta obtener el producto terminado (Muther, 1970, p. 20).

2.3.9.6 Principio del espacio cubico

Lo que busca este principio es que los diseñadores de plantas industriales potencian los espacio que hay en las instalaciones, y no solo enfocarse en el espacio del piso para la distribución, sino que, a su vez, pueda haber espacio por encima de los operarios, o un espacio superior, donde lo que se va es a aprovechar al máximo el lugar de trabajo (Muther, 1970, p. 21).

2.3.9.7 Principio de la satisfacción y de la seguridad

Es fundamental que el modelo propuesto pueda garantizar o cumplir con las normativas de seguridad, para que se pueda brindar al trabajador mayor estabilidad al momento de realizar sus actividades, no se puede exponer a los trabajadores a riesgos o accidentes laborales. Por lo que se debe dar satisfacción al cada operario, dado que este puede mejor sus niveles de productividad y se verán reflejado en mejores resultados y disminución de costos (Muther, 1970, p. 21).

2.3.9.8 Principio de la flexibilidad

Cuando una distribución se puede someter a un proceso de redistribución, de tal forma que no represente grandes costos de inversión, será mucho más efectiva. Por esto el autor presenta este principio como un objetivo importante a conseguir, dado que, en muchas ocasiones, replantear nuevamente un proceso productivo, genera grandes

cantidades de dinero que deben ser invertidos, además que la modificación del sistema productivo puede resultar en la alteración del producto final, cambiando las especificaciones técnicas del producto (Muther, 1970, p. 21).

2.3.9.9 Factores que afectan la distribución en planta

De acuerdo con Platas y Cervantes (2014) se deben tener presente ocho factores que influyen en la organización, de igual modo, cada uno de estos puede variar según los requerimientos de la empresa o del proceso, estos factos son (p. 68):

2.3.9.10 Factor Material

Platas y Cervantes (2014) plantean este factor como uno de los más importantes si no el más importante, y este aparece al momento de realizar una distribución en planta, y está formado por el material en proceso, el material que sale, diferentes materiales o accesorios empleados en el proceso, aquellos desechos, material de mantenimiento, el transporte de objetos de gran volumen, las piezas deterioradas y sobre todo cuando se presenta un exceso de tiempo de almacenamiento de materiales en la planta (p. 69)

2.3.9.11 Factor Maquinaria

Este tiene presente los equipos y maquinaria que es requerida por la empresa, para desarrollar sus actividades, por lo que se involucran la maquinaria de producción, equipos

para el manejo y proceso de materiales, moldes, plantillas, herramientas de medición, maquinas averiadas, herramientas manuales empleadas por los trabajadores y los quipos de mantenimiento (Platas y Cervantes, 2014, p. 69).

2.3.9.12 Factor Hombre

Es considerado el factor más flexible, dado que presentan gran adaptabilidad para distintas operaciones, se puede capacitar en diferentes áreas o funciones, y puede ser reubicado fácilmente. Sin embargo, hay factores que debe ser evitados, como los son una elevada accidentalidad, áreas que no corresponden con las normas de seguridad, que se presenten quejas o reclamaciones por incomodidad en el área de trabajo, la excesiva rotación de personal y trabajadores que no estén realizando sus tareas como corresponde, provocando pérdidas de tiempo en el proceso (Platas y Cervantes, 2014, p. 69).

2.3.9.13 Factor Movimiento

Para la reducción de costos, es fundamental tener presente el movimiento de materiales, dado que permite que los operarios se especialicen en transformar la materia prima en productos terminados, y no en otros aspectos como el transporte de materiales. Es recomendable que se evite en mayor medida las operaciones de retrocesos o cruces de circulación, por esto se plantea determinar una única dirección de materiales, fijar mínimas distancias entre operaciones consecutivas, disminuir el tiempo que se emplea en recoger y

dejar el material, y tener presente que los equipos de manejo de materiales se encuentren siempre disponibles (Platas y Cervantes, 2014, p. 70).

2.3.9.14 Factor espera

Se refiere a todo el material que es puesto en almacenamiento, bien sea en bodegas o como locaciones de trabajo, para que no se presenten sobrecostos, estos factores deben ser mínimos o nulos, por ello, se debe evitar tener cantidades muy grandes de almacenamiento de todo tipo, evitar mucho producto en proceso, colas en locaciones de almacenamiento, trabajadores en espera de material, y costos de demoras muy elevados (Platas y Cervantes, 2014, p. 70).

2.3.9.15 Factor Servicio

Estos son definidos como actividades que son soporte en el sistema productivo para que este pueda funcionar correctamente. Por ello se debe eludir reclamaciones acerca del estado inadecuado de las instalaciones, puestos de control improcedentes, encargados de la inspección generando ocio, personal auxiliar que está constantemente rompiendo o averiando activos fijos y empleados que cambian tuberías o cableado (Platas y Cervantes, 2014, p. 70-71).

2.3.9.16 Factor Edificio

Para el factor edificio es necesario tener presente, que las áreas de producción deben estar delimitadas, los procesos deben estar separados con paredes o divisiones, que los pasillos principales sean amplios y rectos, evitar el desorden en los edificios y evitar edificaciones que presenten interferencias en los corredores o pasillos (Platas y Cervantes, 2014, p. 71).

2.3.9.17 Factor Cambio

Dado que se presente el propósito de hacer reajustes en las instalaciones, las organizaciones tienden al cambio en la estructuración de las operaciones o procesos. De igual modo, es necesario para la obtención de mejores indicadores de calidad y desempeño, estar haciendo reajustes en la organización, por ello se deben considerar cambios tales como, cambios en los procesos productivos, aumento de la capacidad de producción, cambio de maquinaria, edificaciones flexibles y que se asegure la adaptabilidad del cambio (Platas y Cervantes, 2014, p. 71-72).

2.3.10 Tipos de distribución en planta

Puesto que las decisiones que se toman en una distribución de planta están enfocadas en encontrar la mejor ubicación de las partes fundamentales de un sistema productivo, como los son los despachos, la maquinaria, mesas de trabajo y demás

mobiliario, con el objetivo de que se presente un flujo constante de materiales (Heizer, 2007)

Diferentes autores presentan lo que serían siete tipos de distribución en planta, de los cuales cuatro están enfocados en la producción de bienes, y tres enfocados en los servicios, puesto que el presente proyecto se enfoca en la producción de bienes, se definirá cada uno de los sistemas enfocados en bienes, los cuales son los presentados a continuación (Domínguez, 1995), (Heizer, 2007), (Chase, 2009), (Núñez,2014), (Platas,2014)

Sistemas enfocados en manufactura

- distribución de planta por producto
- distribución de planta por proceso
- distribución de planta por posición fija
- distribución híbrida
- sistemas enfocados en servicios
- distribución de oficinas
- distribución de comercio
- distribución de almacenes

2.3.10.1 *Distribución de planta por producto*

De acuerdo con Domínguez (1995) ese sistema surge cuando el sistema productivo, está estructurado de forma continua, como el caso de las refinerías o hidroeléctricas y de forma repetitiva como en la producción de vehículos o electrodomésticos. Para el primer sistema, es necesario que allá una interrelación entre el diseño de la distribución y las especificaciones de los equipos. En el segundo sistema, las interrelaciones se enfocan en el equilibrio de la línea de producción para evitar cuellos de botella.

Según Heizer (2007) los layouts enfocados en el producto, se diseñan entorno al producto o familia de productos que presentan similitudes en alto volumen y baja variedad. De acuerdo con el autor, existen dos tipos de distribución, las líneas de montaje y las líneas de fabricación. Menciona que los dos procesos son reiterativos y en los dos casos, se debe equilibrar las líneas. Lo que quiere decir que el tiempo que se emplea en la realización de un trabajo en determinada maquina o puesto de trabajo, debe ser igual al tiempo que se emplea en la culminación del trabajo de la maquina siguiente. La principal diferencia entre estas dos líneas es que la primera, se estructuran al ritmo de las operaciones que son asignadas a los operarios o estaciones de trabajo; por lo que trasladando el personal pueden equilibrarse, a diferencia de las líneas de fabricación las cuales van al ritmo de las máquinas, por lo que sus cambios son mecánicos y de ingeniería para lograr el equilibrio.

La distribución de planta es un aspecto fundamental en la organización y planificación de la producción, ya que influye significativamente en la eficiencia y

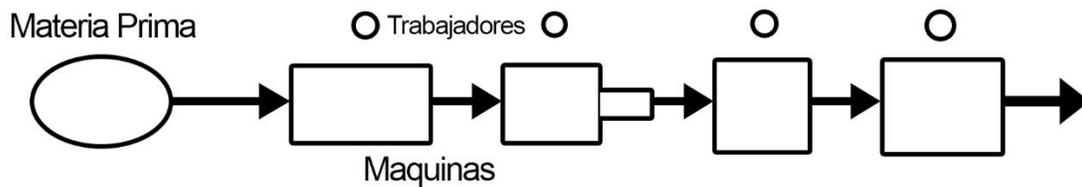
efectividad de esta. Como menciona Heizer (2007), uno de los objetivos principales de la distribución de planta es minimizar el desequilibrio en el sistema productivo o líneas de producción. Es decir, se busca lograr un equilibrio entre los recursos disponibles y los procesos de producción, de manera que se reduzcan los tiempos muertos y se maximice la utilización de los recursos. las ventajas y desventajas que trae la implementación de este sistema se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2

Ventajas y desventajas del layout orientado al producto

Ventajas	Desventajas
Costo por unidad variable es bajo, esto asociado a productos estandarizados	Gran inversión para implantar el sistema, por lo que se requiere mayor cantidad de producción
Costo por manejo de materiales bajo	
Reducción de inventarios del trabajo que se está realizando	Hacer una parata en un puesto de trabajo o estación de trabajo, causa una detención de todo el sistema productivo
Mayor facilidad para la Supervisión	
Producción de mayor rapidez	No hay gran flexibilidad al momento de manejar diferentes productos o tasas de producción

Nota. Adaptado de *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones Estratégica* (p.482), por J. Heizer, 2007, Prentice Hall

Figura 5*Disposición por producto o en línea*

Nota Tomado de *Introducción al estudio del trabajo* (p.217), por G. Kanawaty, 1996, International Labour Organization

2.3.10.2 *Distribución de planta por proceso*

Para Domínguez (1995) este tipo de distribución se implementa cuando el sistema de producción está planifica por lotes o por pedidos de los clientes, como es el caso de talleres de coches, hospitales o bancos.

Para ello los trabajadores que realicen una misma actividad son agrupados un área igual, para este tipo de distribución, el producto se está desplazando entre zonas de trabajo, teniendo en cuenta la secuencia de fabricación. Dada la gran variedad de productos que se realizan, se espera un amplio número de secuencias de operación. Cabe mencionar que la producción al ser por pedidos puede varia conforme pasa el tiempo. Por ello se hace fundamental la implementación de distribuciones flexibles, donde se haga hincapié en la flexibilidad que se tenga para el desplazamiento de acuerdo con los equipos usados y el

manejo de materiales entre diferentes áreas, dicho esto, el autor presenta las siguientes ventajas y desventajas.

Tabla 3

Ventajas y desventajas de la distribución por proceso

Ventajas	Desventajas
Flexibilidad en el proceso	Desplazamiento muy largos y cambios de sentido
Inversiones más bajas en equipos y maquinaria	Tiempos de ejecución más elevados (trabajo en espera)
El fallo del hombre o la máquina no detiene el proceso	Más dificultad en la planificación y control de la producción
Adquisición de conocimientos por parte de los supervisores por áreas de trabajo	Por cada unidad de producto el costo es mayor

Nota. Adaptado de Dirección de operaciones: aspectos estratégicos en la producción y los servicios, por J. Heizer, 1995, McGraw-Hill Companies Inc

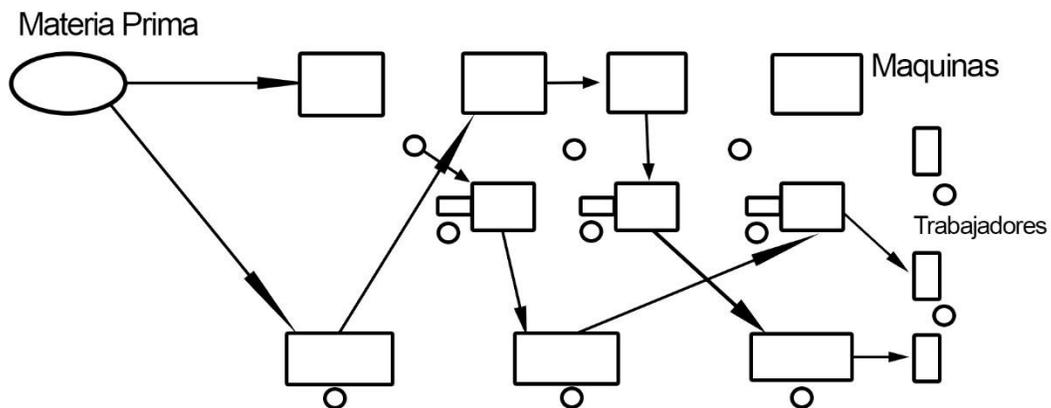
La distribución de planta en celda, también conocida como "distribución celular", es una técnica que se utiliza para mejorar la eficiencia de la producción. Según Heizer (2007), esta técnica se aplica especialmente en procesos de producción de bajo volumen y alta

variedad, y consiste en agrupar las máquinas y equipos que tienen similitudes en zonas de trabajo, formando así "células". Cada célula está diseñada para producir una gama de productos específicos, lo que permite que los trabajadores adquieran un mayor conocimiento especializado en la producción de esos productos. En la siguiente Figura se aprecia una distribución enfocada al proceso.

Una de las principales ventajas de la distribución en celda es que reduce significativamente el tiempo de tránsito de materiales y productos, lo que a su vez disminuye los costos de transporte y mejora la eficiencia del proceso de producción.

Figura 6

Distribución de líneas flexibles



Nota Tomado de *Introducción al estudio del trabajo* (p.217), por G. Kanawaty, 1996,

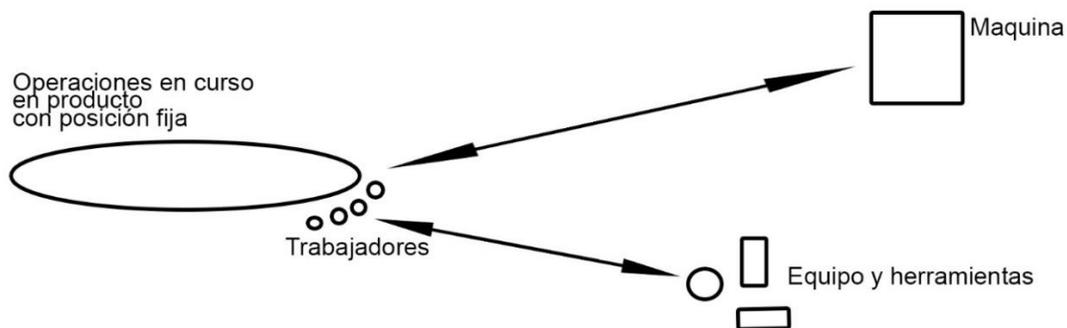
International Labour Organization

2.3.10.3 Distribución de planta por posición fija

Según Domínguez (1995) esta distribución es correcta cuando en el sistema de producción, los productos son más difíciles de mover dado su peso, tamaño, forma, volumen o características particulares del mismo. Es decir, que el material principal permanece fijo en una ubicación, por ello el resto de las partes del sistema como el personal, la maquinaria, herramientas u otros materiales requeridos para la elaboración del producto, son los que se desplazan. La forma de trabajar de este sistema hace que esté limitado en su distribución. De acuerdo con Kanawaty (1996) una representación gráfica de este tipo de sistema es la siguiente:

Figura 7

Distribución con componente principal fijo



Nota Tomado de *Introducción al estudio del trabajo* (p.217), por G. Kanawaty, 1996, International Labour Organization

2.3.10.4 *Distribución de planta híbrida*

Una distribución híbrida o distribución celular es un tipo de distribución que complementa aspectos de la distribución por producto y por proceso, tomando aspectos de eficiencia de la primera y características de flexibilidad, de la segunda. Porque se agrupan los outputs de características similares en familias, de igual modo, la maquinaria y operarios. Estos outputs se presentan como el producto terminado o el servicio final, y en otros casos son productos complementarios del producto final (Domínguez, 1995).

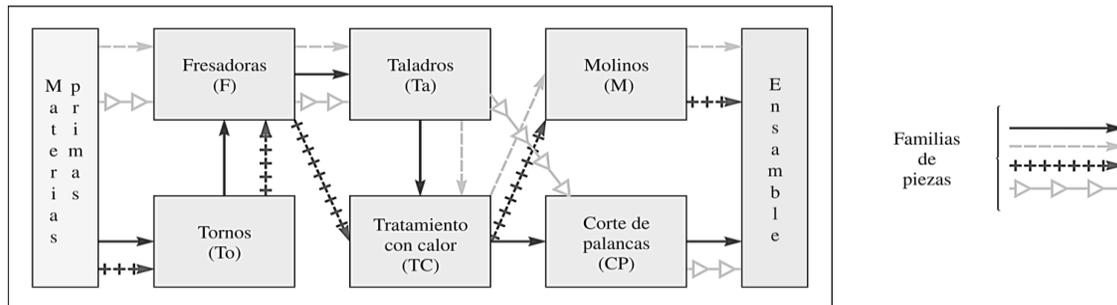
Domínguez (1995) proporciona una definición de célula en el contexto de producción industrial, describiéndola como un conjunto específico de empleados y maquinaria que trabajan juntos para llevar a cabo una serie de operaciones en diversas unidades de un producto o en múltiples productos que están relacionados entre sí. Esta agrupación de recursos humanos y tecnológicos se realiza para optimizar la eficiencia y la efectividad en el proceso productivo.

Por otro lado, Heizer (2007) aborda el concepto de célula de trabajo desde la perspectiva de su propósito y organización. Según Heizer, las células de trabajo buscan reorganizar y centralizar a aquel personal y maquinaria que, en condiciones normales, estarían dispersos por todo el sistema de producción. Esta reorganización tiene como objetivo concentrar los esfuerzos en la producción de un solo producto o de un grupo de productos interrelacionados, con el fin de mejorar la coordinación y la colaboración entre los diferentes elementos involucrados en la producción.

A continuación, se presentan gráficos acerca de la reorganización de los departamentos enfocados a las células de trabajo Aquilano (2009).

Figura 8

Distribución original del centro de trabajo



Nota Tomado de *Administración de Operaciones* (p.260), por C. Aquilano, 2009, McGraw-Hill Companies Inc

Figura 9

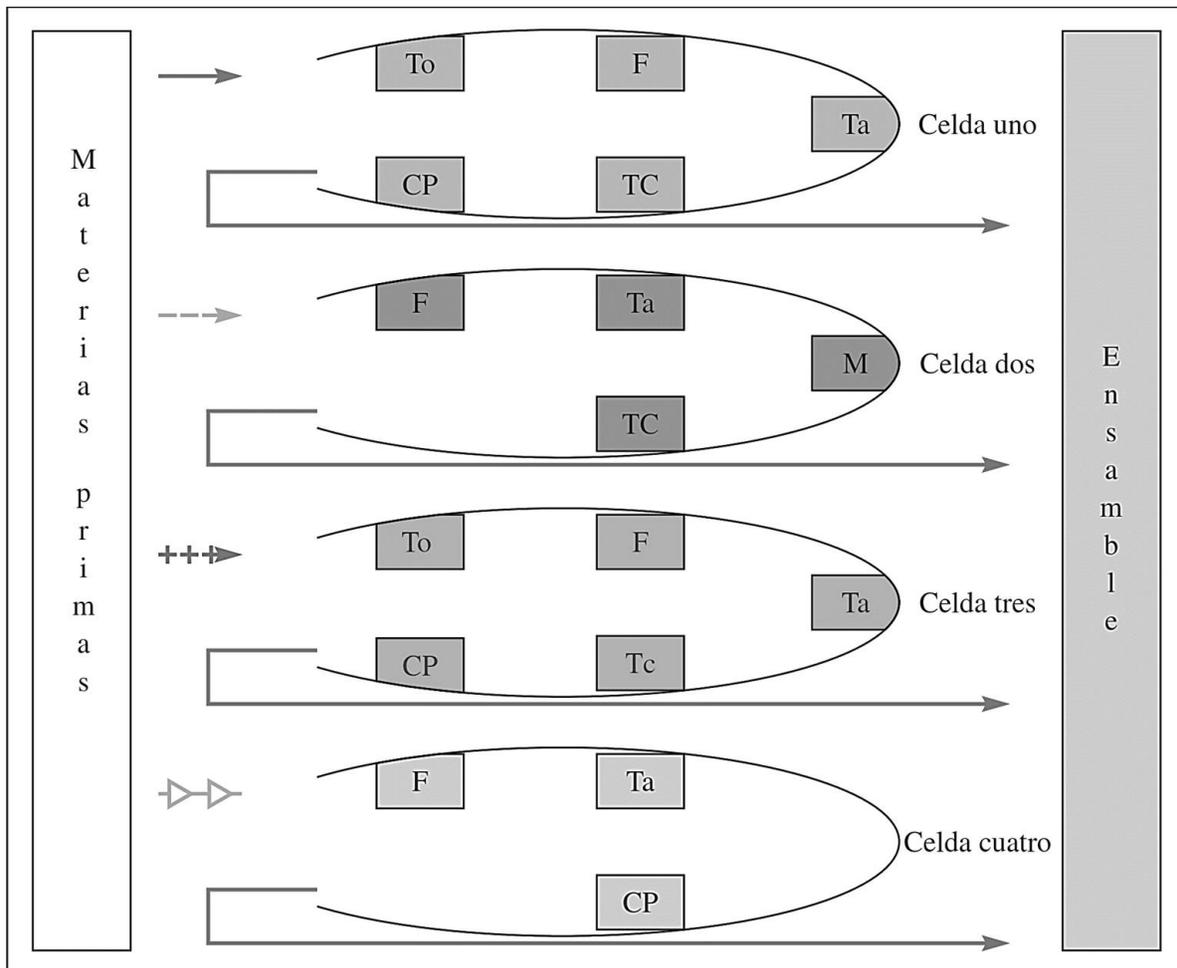
Matriz de rutas basada en el flujo de las piezas

Materias primas	Familia de piezas	Tornos	Fresadoras	Taladros	Tratamiento con calor	Molinos	Corte de palancas	a	Ensamble
	→	X	X	X	X		X	→	
	---→		X	X	X	X		---→	
	+++→	X	X	X	X		X	+++→	
	▷▷▷		X	X			X	▷▷▷	

Nota Tomado de *Administración de Operaciones* (p.260), por C. Aquilano, 2009, McGraw-Hill Companies Inc

Figura 10

Planta ordenada por células de trabajo



Nota En el grafico se muestra la reasignación de las máquinas para formar células con base en los requerimientos de procesamiento de las familias de piezas. Tomado de

Administración de Operaciones (p.260), por C. Aquilano, 2009, McGraw-Hill Companies

Inc

2.3.11 Planeación sistemática de la distribución en planta (SLP)

El método SLP por sus siglas en inglés, (Systematic Layout Plannig), fue planteado por Richard Muther en el año 1961, es una técnica que permite la planeación de un proceso de distribución de planta, se compone de cuatro fases, una secuencia de procedimientos, y símbolos de identificación. Es posible que se aplica a cualquier tipo de distribución de planta, sin importar su naturaleza u oficio.

Es aplicado principalmente en sistemas productivos donde los flujos de producción presentan muchas variaciones o no son constantes, es decir, no se tienen rutas definidas (Muther, 1981, p. 241).

2.3.12 Fases de Desarrollo del modelo SLP

Las fases presentadas por el mismo autor son cuatro, y son descriptas a continuación.

2.3.12.1 Locación

Parte de la determinación del área que será estudiada, tener presente cuales son las estrategias y planeación de la organización referente a la adquisición de maquinaria nueva o ampliación de la planta de producción, de igual forma las variaciones de oferta y demanda.

2.3.12.2 *Planeación de la organización general completa*

Se establece el sistema básico de flujo enfocado al área de trabajo que será organizada. Por lo que se indica las dimensiones, la relación entre áreas y estructuración de cada actividad general, de departamento o de área. En esta fase se pretende obtener un bosquejo o diagrama que presente la distribución esperada en la planta.

2.3.12.3 *Preparación en detalle del plan de organización*

Se establece la ubicación de cada una de las herramientas, maquinas o equipos. Asimismo, se incluye el análisis, la definición y la planificación de los lugares donde serán ubicadas.

2.3.12.4 *La Instalación*

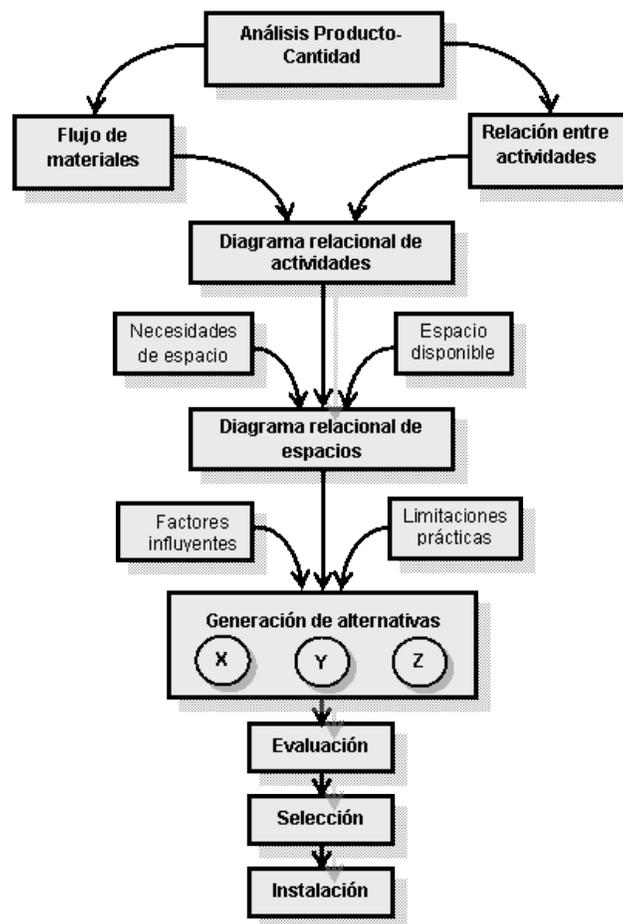
La fase de instalación es una etapa crucial en la distribución de planta ya que es en esta donde se lleva a cabo la puesta en marcha del plan previamente diseñado. Es necesario tener en cuenta que la instalación no se trata solo de la colocación física de los equipos y maquinarias, sino también de la implementación de los procedimientos y sistemas necesarios para que la distribución funcione de manera adecuada.

De acuerdo con Muther (1981) durante esta fase, es necesario realizar una planeación detallada de los trabajos necesarios para la instalación y puesta en marcha de los

equipos, incluyendo la definición de los roles y responsabilidades del personal involucrado en el proceso. Una vez que se han definido los roles y responsabilidades, se procede a la instalación de los equipos y maquinarias, así como la implementación de los sistemas y procedimientos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento.

Figura 11

Esquema del Systematic Layout Planning



Nota Adaptado de *Distribución en planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial* (p.235), por R. Muther, 1981, Hispano Europea

2.3.13 Proceso de Diseño de la Distribución en Planta

De acuerdo con Muther (1981) se presentan una serie de pasos para el proceso de distribución de planta, estos son los siguientes.

2.3.13.1 Paso 1. Análisis producto-cantidad

De acuerdo con Muther (1981) primeramente, se debe tener conocimiento acerca de lo que se quiere producir, cuanta cantidad y en cuando tiempo. Una vez se obtienen estos datos, es posible definir que tipos de distribución se puede emplear en el sistema, que se adapte a los objetivos de la organización. Según Muther (1981) es recomendable presentar en un gráfico los productos a elaborar, como abscisas y en el eje de las ordenadas, las cantidades de cada uno. Además, que esto sea en orden decreciente por cantidad producida.

2.3.13.2 Paso 2. Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)

Para Muther (1981), en este paso se busca definir cuál será la secuencia y la cantidad de movimiento de la materia, por la línea de producción y los diferentes procesos. A partir de los datos acerca del proceso productivo y las cantidades de producción, se presentan gráficas y diagramas que describan el flujo de materiales.

Estos diagramas pueden ser:

- diagrama OTIDA
- diagrama de acoplamiento
- diagrama As-Is
- cursogramas analíticos
- diagrama multiproducto
- matrices origen- destino
- diagramas de hilos
- diagramas de recorrido

El autor plantea que, aunque estos diagramas no desprendan una distribución de planta, sin lugar a duda, proporcionan un comienzo para el planteamiento.

2.3.13.3 *Paso 3. Análisis de las relaciones entre actividades*

Muther (1981) menciona que una vez que se tiene el conocimiento del recorrido de la materia, se debe establecer la intensidad y el tipo de interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas. Cabe mencionar que esto no solo se limitan a la circulación de materiales, ya que en algunos casos dependiente la actividad, puede ser irrelevante. Que se presente un flujo de material entre actividades no quiere decir que no existan otros tipos de relaciones que fijen, por ejemplo, una necesidad entre ellas de proximidad. El flujo de materias es una de las tantas razones para la proximidad de las

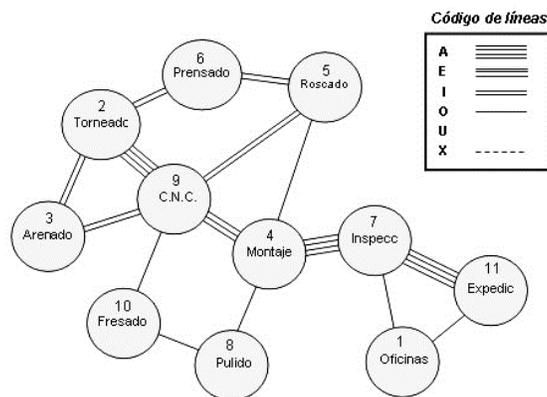
2.3.13.4 Paso 4. Desarrollo del diagrama relacional de actividades

De acuerdo con Muther (1981) todos los datos que son obtenidos en los pasos anteriores, tanto de la relación entre actividades como del nivel de importancia entre la proximidad que existen en cada una, son presentado en el diagrama de relación de actividades. Cabe mencionar que en esta gráfica las actividades son adimensional y no tienen una forma específica.

En el diagrama las operaciones a realizar son presentadas por nodos que están unidos por líneas, las cuales representan el nivel de intensidad de la relación existente (A, E, I, O, U, X) como se muestra en la siguiente Figura.

Figura 13

Diagrama relacional de actividades



Nota Adaptado de *Distribución en planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial* (p.258), por R. Muther, 1981, Hispano Europea

2.3.13.5 *Paso 5. Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios*

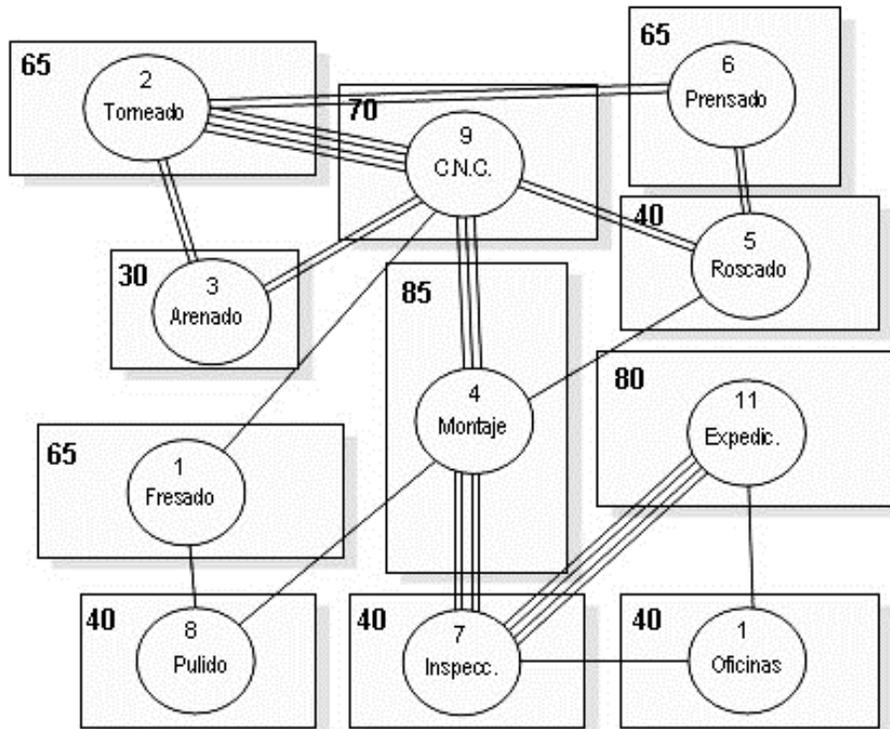
El autor plantea que la incorporación en el proceso de diseño, de la información referente a la zona requerida por cada proceso para que se desempeñe correctamente, es el paso que sigue para el objetivo de implementación de un sistema de distribución. Se debe realizar una previsión, tanto de la superficie requerida, como del área determinada para cada actividad. De acuerdo con Muther (1981) se debe hacer uso de los diferentes métodos para el cálculo de espacios, y así poder lograr tener una estimación o aproximación del área que se requiere para el sistema de distribución, por lo tanto, los datos que se obtienen tienen que ser confrontados De acuerdo conl espacio real disponible.

2.3.13.6 *Paso 6. Desarrollo del diagrama relacional de espacios*

En este diagrama propuesto por Muther (1981), los símbolos utilizados para representar cada actividad se escalan en proporción a la cantidad de espacio necesario para llevar a cabo esa actividad. Además, se pueden agregar otros detalles relevantes a los símbolos, como el número de maquinarias o equipos necesarios para la actividad. Con base en la información presentada en el diagrama, se pueden construir distribuciones alternativas para solucionar el problema. Sin embargo, es importante considerar las limitaciones y factores condicionales del proceso real al llevar el diagrama ideal a la práctica. A pesar de la utilización de técnicas innovadoras de distribución, es probable que se requieran ajustes finales que dependen del juicio y el sentido común del encargado de la distribución. A continuación, se presenta un ejemplo de Diagrama relacional de espacios

Figura 14

Diagrama relacional de espacios con indicación del área requerida por cada actividad



Nota Adaptado de Distribución en planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial (p.262), por R. Muther, 1981, Hispano Europea

2.3.13.7 Paso 7. Evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y selección de la mejor distribución

De acuerdo con el autor, cuando finalmente se tienen las posibles mejores o soluciones de distribución, se procede con la selección de una de ellas, por lo que se requiere de hacer una

evaluación de las propuestas. Se plantean métodos que son más usados para tal fin, los cuales son:

- comparar las ventajas y desventajas
- analizar factores ponderados
- comparar los costos

De estos métodos, Muther (1981) plantea que el más sustancial al momento de realizar la evaluación es la comparación de costos, dado que la preparación de un análisis de costos requiere de considerar todos los costos involucrados que afectan el proceso, y aquel que genere menos costos y mayor rentabilidad será el más conveniente para la organización.

2.4 Simulación de la distribución en planta

De acuerdo con Meyers (2004) una simulación puede ser usada para predecir como se comportaría el proceso de manufactura o servicio, haciendo uso de los movimientos reales y las relaciones presentes entre las partes del sistema productivo, por lo que sirve para poder ayudar a optimar el sistema.

Un software de simulación realiza informes y reportes detallados que muestran como es el comportamiento del proceso.

De acuerdo con los reportes que presenta una simulación, es posible realizar evaluaciones de distribución física, organización de equipos, política de inventarios y demás características fundamentales del sistema.

2.5 Marco Conceptual

En el desarrollo del proyecto se ha considerado importante definir algunos conceptos que son utilizados y que permiten aclarar su significado a los lectores. Para la realización del mismo, se han tenido en cuenta las siguientes definiciones

2.5.1 Estudio de métodos

Técnica empleada para disminuir el volumen de trabajo, suprimir movimientos innecesarios y reemplazar métodos (López, 2019).

2.5.2 Estudio de tiempos

Técnica empleada en el registro de tiempos y ritmos de trabajo para una tarea determinada (Hodson, 2001).

2.5.3 Materia prima

Bien producido por el hombre o la naturaleza y que puede ser transformado a través de un proceso productivo (Salguero, 2003).

2.5.4 Sistema

Agrupación de elementos que se encuentran relacionados para formar un proceso con determinado objetivo (Serna, 2008).

2.5.5 Organización

Compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración Nuevas Normas ISO (Escuela Europea de Excelencia,2014).

2.5.6 Layout

Termino inglés que representa bocetos o maquetas bien definidas, y funcionan para realizar una presentación, es un conjunto de ilustraciones que definen una escena o secuencia (Serna, 2008).

2.5.7 Limitación

Es la restricción que aparece acerca de unos valores de alguna variable, presente en un modelo matemático normalmente aplicado por condiciones externas (Stephens, 2008).

2.5.8 Emplazamiento

Se refiere a la colocación de un objeto o instalación en una posición específica (Stephens, 2008).

2.5.9 Flexibilidad

Disposición de una organización para implementar nuevos productos o innovaciones al mercado, como también facilidad para introducir nuevos procesos y adaptarse al cambio (Serna, 2008).

2.5.10 Capacidad

Cantidad máxima producida por una organización por unidad de tiempo (Stephens, 2008).

2.5.11 Línea de producción

Acoplamiento de subsistemas con la finalidad común de transformar la materia prima en productos terminados (Stephens, 2008).

2.5.12 Eficiencia

Termino que mide las capacidades o cualidades de un sistema para lograr objetivos propuestos, empleando el mínimo de recursos (Fernández-Rios y Sánchez, 1997)

2.5.13 Productividad

Relación entre unidades producidas por un sistema y los recursos empleados para su obtención. Además, es la relación entre la obtención de resultados deseados y tiempo empleado (Kazukiyo, 1991).

2.5.14 Optimización

Mejorar el rendimiento de una producción, aprovechando completamente los recursos disponibles (Serpa y Colmenares, 2004).

2.5.15 Método óptimo

Método aplicado por la organización que presenta los valores más satisfactorios De acuerdo con variables de decisión (Serna, 2008).

2.5.16 Producción

Proceso sistematizado en el que intervienen materiales directa o indirectamente a través de un proceso de transformación para obtener un productor final (Muñoz,2009).

2.5.17 Producto

Medio usado por las organizaciones para suplir sus necesidades (Muñoz,2009).

2.5.18 Pronostico

Dato estimado, proyección futura que en conjunto con más datos permite generar planes o estrategias (Serna, 2008).

2.5.19 Operación

Ejecución de una acción por un operario en los elementos que tiene su disposición (Krajewski,2008)

2.5.20 Proceso

Secuencia de operaciones relacionadas cuyo propósito es producir resultado sobre los materiales o insumos (Krajewski,2008).

2.5.21 Simulación

Representación de un proceso real a una imitación para su fácil manejo y análisis (Pegden, 1990).

2.6 Marco Legal

De acuerdo con el desarrollo del proyecto se determinaron las siguientes normas legales vigentes.

2.6.1 Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social

“Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.”

Artículo 22°. Los establecimientos de trabajo con ocupaciones en las cuales haya exposición excesiva a polvo, suciedad, calor, humedad, humos, vapores, etc., deben tener salones especiales destinados a facilitar el cambio de ropas de los trabajadores, separados

por sexos, y se mantendrán en perfectas condiciones de limpieza y protegidos convenientemente contra insectos y roedores. Estas salas o cuartos deben estar constituidos por casilleros individuales (lockers metálicos), para guardar la ropa.

2.6.2 Ley 9 de 1979 (enero 24)

La implementación de artículos de protección personas es fundamental para que se cumplan correctamente las funciones y actividades en una organización, en Colombia el uso de estos artículos se contemplada en la ley 9 de 1979 (TITULO III SALUD OCUPACIONAL) en los artículos 122 al 124:

Artículo 122.- Todos los empleadores están obligados a proporcionar a cada trabajador, sin costo para éste, elementos de protección personal en cantidad y calidad acordes con los riesgos reales o potenciales existentes en los lugares de trabajo.

Artículo 123.- Los equipos de protección personal se deberán ajustar a las normas oficiales y demás regulaciones técnicas y de seguridad aprobadas por el Gobierno.

2.6.3 Resolución 8312 de 1983

En la cual se establecen las normas acerca de Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, debido a las emisiones de ruidos en los sistemas de producción.

2.6.4 Resolución 1208 de 2003

En la cual se presentan las normas preventivas y de control acerca de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire.

2.6.5 Decreto 948 de 1995 del ministerio del Medio Ambiente

Por la cual se dictan normas relacionadas con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire, estableciendo por zonas los niveles de ruido adecuados, así mismo presenta limitaciones a las fuentes de ruido.

2.6.6 Norma NTC 4066

Se Aplica para la protección del personal contra lesiones y enfermedades, y la protección de la propiedad (incluyendo equipos) contra daño por fuego y explosiones que surgieren de la soldadura, corte y procesos relacionados.

2.6.7 Norma ISO 9001

Presenta los requerimientos para un sistema de gestión de calidad permitiendo a las organizaciones mejorar la calidad de sus productos y gestión de sistemas.

3 Diseño Metodológico

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizado en el desarrollo del proyecto fue descriptivo. Carlos Sabino (1992) define a la investigación descriptiva en su obra *El proceso de investigación* como “el tipo de investigación que tiene como objetivo describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utiliza criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes” (Martínez, 2018).

Teniendo en cuenta que, para la implementación de la propuesta de distribución de planta, fue necesario analizar y evaluar diferentes aspectos relacionados con el diseño de la planta, tanto desde el punto de vista teórico como desde la situación actual de la empresa. Por lo tanto, se optó por la investigación descriptiva como el tipo de investigación adecuado para el proyecto. La investigación descriptiva permitió describir y analizar los aspectos relevantes de la distribución de planta de manera sistemática, lo que permitió identificar los problemas y crear estrategias de mejora para la empresa.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Según Hernández (2010), la población de un estudio se define como el conjunto de individuos, propiedades o sujetos que comparten una característica común que se desea analizar. En el caso de esta investigación, se estableció que la población objetivo sería todo el personal de Industrias Vicar en la ciudad de Cúcuta, el cual constaba de 35 empleados.

3.2.2 Muestra

De acuerdo con Hernández (2010), la muestra se refiere a una porción de la población que tiene la característica que se quiere estudiar. En esta investigación, se seleccionó una muestra de 25 empleados del área de producción que estuvieran involucrados en los procesos que se iban a redistribuir. El tamaño de la muestra se determinó en función del propósito del estudio y considerando factores como la disponibilidad de recursos y el tiempo disponible para la investigación.

3.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Para el desarrollo del proyecto se utilizó fuentes de información primaria y secundaria.

3.3.1 Fuentes primarias

Correspondieron con aquellas fuentes que generaron y aportaron información de primera mano para el desarrollo del proyecto. En la realización del diagnóstico de la situación actual para conocer la elaboración de los productos fabricados, se utilizaron instrumentos para obtener la información: formato de recolección de información de productos fabricados (ver anexo A). También se realizaron visitas directas en los sitios requeridos para que, por medio del método de observación, se identificaran irregularidades en el proceso de elaboración de los productos. Con el fin de conocer la maquinaria que tiene la empresa en especificaciones y dimensiones, se utilizó la información obtenida en el primer objetivo y se recolectó información establecida tanto en el manual de especificaciones y toma de medidas (ver anexo B). Y para dar cumplimiento al diseño de planta se tomaron tiempos en cada sección del área de producción, se utilizó como técnica el formato de recolección de tiempos (ver anexo C). En cuanto a la etapa final, de la evaluación de las opciones a la propuesta de distribución de planta, se utilizó un formato de tabla comparativa, de cumplimiento de las necesidades establecidas (ver anexo D) para determinar la eficiencia de cada una de ellas.

3.3.2 Fuentes secundarias

Entre las fuentes secundarias que se utilizaron para el desarrollo del proyecto, se encuentran los libros "Localización, distribución en planta y mantenimiento" de Josep M. Vallhonrat & Albert Corominas, "Administración de Operaciones, Producción y Cadena de

Suministros" de Duodécima edición de Richar B. Chase, F. Robert Jacobs & Nicholas J. Aquilano. Además, se revisaron repositorios de investigaciones previas como "Diseño de una distribución de planta para incrementar los niveles de productividad en la empresa inversiones cimas e. I. R. L." "Distribución de planta para mejorar la productividad en el área de operaciones de la empresa de artesanías Decor Paitan S.A.C." y "Distribución de planta para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Pinturas y Diluyentes Evan's, Carabayllo" y se consultó la información disponible en materia de distribución de planta relacionada con el tema del proyecto.

3.4 Análisis de la información

Para el análisis de la información relacionada con la recolección de datos e información del estado actual y en relación con el concepto de diseño y detalle de los productos, se utilizaron diagrama de recorrido, diagrama de hilos para conocer la relación de actividades y diagrama de procesos. Con la información recolectada por medio de la herramienta de Excel se utilizaron indicadores para obtener los resultados y así se pudo iniciar el diseño de planta con el fin de validar las mejoras presentadas con los datos obtenidos.

4 Desarrollo del proyecto

En la empresa Industrias Vicar, se llevó a cabo esta propuesta para mejorar la eficiencia en la distribución de planta. Con el objetivo de brindar un ambiente laboral seguro y adecuado para los empleados, aumentando la efectividad en la fabricación de sus productos, especialmente sillas de pupitres universitarios. Se realizó un análisis inicial de la situación actual, mediante técnicas de recolección de datos, se aplicó la metodología SLP (Systematic Layout Planning) y se estableció una propuesta de mejora para la distribución en planta, con el fin de optimizar el uso del espacio, reducir costos y tiempos de producción, mejorar las condiciones de trabajo y garantizar la calidad en los productos terminados. A través del modelado con el software FlexSim, se comparó el plano actual y el propuesto para ilustrar los cambios y beneficios obtenidos.

4.1 Analizar el estado actual de la empresa Industrias Vicar

Analizando la situación actual de la empresa Industrias Vicar, se llevaron a cabo acciones para obtener un diagnóstico preciso. Se realizaron visitas a la planta para identificar las problemáticas existentes en cuanto a la distribución de esta. Además, se aplicaron herramientas de recolección de datos como una lista de verificación. También se elaboró un plano actual de la planta y se evaluaron los factores que influyen en la distribución. Con esta información recolectada, se pudo diseñar un plan de mejora para la distribución de la planta, con el objetivo de aumentar la eficiencia y reducir los costos asociados a la fabricación de los productos de la empresa.

4.1.1 Analizar los instrumentos de recolección de información

En relación con la recolección de información en la empresa Industrias Vicar, se llevaron a cabo diversos registros para conocer la situación actual de la distribución en planta. Estos registros incluyeron anotaciones de los productos fabricados, medidas de las maquinarias en uso, tiempos de procesamiento y una lista de verificación para evaluar la seguridad y eficiencia en la distribución de la planta. Todos estos registros se encuentran detallados en los Anexos A, B, C y D del estudio. Estos registros permitieron conocer la situación actual de la empresa y establecer las bases para el desarrollo de la propuesta de mejoramiento de la distribución en planta.

4.1.2 Analizar la distribución de planta actual de la empresa Industrias Vicar

4.1.2.1 Plano de la distribución actual de la empresa Industrias Vicar

Para analizar la distribución actual de la planta de la empresa Industrias Vicar, se utilizó la herramienta Sketch-up para crear un plano en 2D de la planta. Este plano incluía las ubicaciones de las áreas de trabajo, las dimensiones de las instalaciones y la posición de la maquinaria. El plano se elaboró mediante la toma de medidas en la planta con herramientas convencionales de medición, como el flexómetro. Estas medidas se transfirieron a Sketch-up para crear una representación a escala de la distribución actual de la planta y así poder evaluarla lo descrito en el marco del presente proyecto.

evidencias fotográficas con las áreas, puestos de trabajo y un análisis detallado de cómo se está llevando a cabo el proceso productivo en la actualidad.

Figura 16

Industrias Vicar primer piso área de entrada



Nota. Elaboración propia.

En la gestión de una planta, es esencial que se tenga una logística de almacenamiento eficiente que permita el manejo adecuado de la materia prima y el producto terminado. En la Figura 16 se muestra el área de carga y descarga de la planta, que es el espacio dedicado a la recepción y salida de los materiales. Este espacio debe estar diseñado de tal manera que permita un flujo de materiales sin obstáculos y un manejo eficiente del inventario.

El área de carga y descarga es un espacio importante en la gestión de la cadena de suministro, ya que es el punto de conexión entre los proveedores y la planta de producción.

Es por ello que se debe tener en cuenta su diseño y organización para que sea funcional y permita la eficiencia en el manejo de los materiales.

Figura 17

Inicio del proceso de corte de tubo



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 17 se puede apreciar el inicio del proceso de fabricación del pupitre universitario. Como se puede observar, se inicia con el corte de los tubos mediante una sierra de disco. Este proceso es fundamental para asegurar que los tubos tengan la medida

exacta requerida para la fabricación de los pupitres. Una vez que se han cortado los tubos, estos son enviados al troquel de tubo, donde se les dará la forma necesaria para su posterior armado.

Figura 18

Área de doblado y cortado de tubería



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 18 se puede apreciar como es el proceso de doblado, donde cuenta con máquinas dobladoras de varilla, los colaboradores son especialistas en el manejo de las máquinas y son responsables de ajustar los parámetros de doblado para lograr la forma deseada. Este proceso es muy preciso y requiere un alto nivel de habilidad y experiencia

para lograr una silla de alta calidad. Una vez que los tubos están doblados, son revisados para asegurar que cumplen con los estándares de calidad establecidos, antes de pasar al siguiente paso en el proceso de fabricación.

Figura 19

Área de cortado y baños

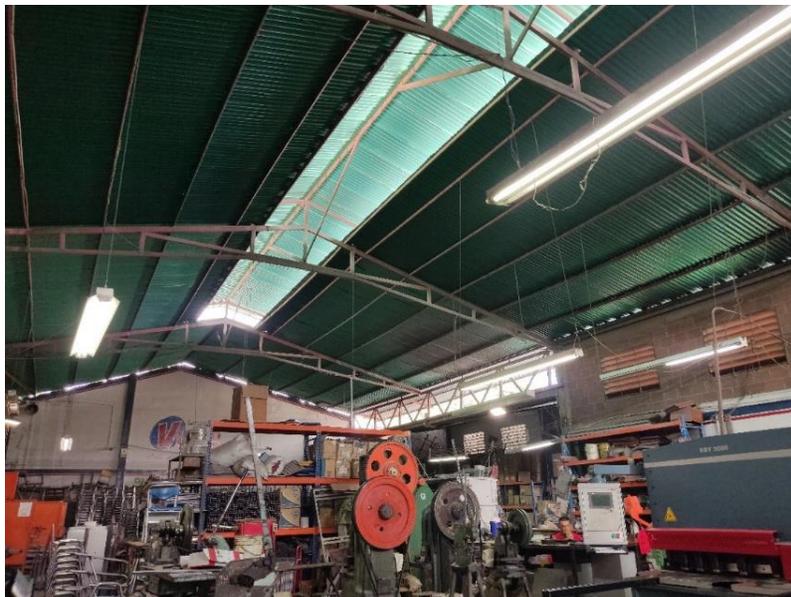


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 19 se observa la cortadora manual de tubos, la cual es esencial en el proceso de corte de los tubos utilizados en la fabricación de las sillas de pupitre universitario en Industrias Vicar, esta máquina cuenta con la capacidad de cortar de manera precisa y eficiente los tubos De acuerdo con las especificaciones establecidas para la fabricación de los productos finales. Esta herramienta es fundamental en la optimización del proceso productivo y en la mejora de la calidad de los productos terminados.

Figura 20

Foto de la parte central de la planta



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 20 se observa el troquel de tubo utilizado en Industrias Vicar para aplanar los refuerzos en el proceso de fabricación de sillas de pupitre universitario. Este equipo es esencial para garantizar la precisión y calidad en la forma de los refuerzos, lo que

a su vez mejora la resistencia y durabilidad del producto final. Además, el uso del troquel de tubo permite una mayor eficiencia en el proceso productivo, ya que reduce la necesidad de intervenciones manuales y aumenta la velocidad de producción.

Figura 21

Áreas de soldadura



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 21, se observa el proceso de soldadura en la empresa Industrias Vicar donde se une el esqueleto de la silla universitaria mediante la utilización de las máquinas soldadoras, tales como el Soldador INV 250, el Soldador MIG y el equipo Magnum Soldador. Con estas herramientas se logra unir los tubos de manera precisa y segura para

garantizar la estabilidad y durabilidad de la silla terminada. Además, se lleva a cabo un control de calidad antes de enviar el producto al área de pintura y ensamblaje final.

Figura 22

Taladro de árbol



Nota. Elaboración propia.

En el proceso de Puntear con punzón en taladro de árbol en Industrias Vicar, se utiliza una herramienta especializada llamada punzón que es accionado por un taladro de árbol. El objetivo de este proceso es marcar o dejar una impresión en el material, en este caso tubos de acero, para indicar un punto de referencia o para marcar una medida específica en el material. Antes de realizar el proceso, se revisa el material para asegurar que cumpla con las especificaciones establecidas.

Luego, se coloca el tubo en la máquina de taladro de árbol y se ajusta la profundidad del punzón para marcar la medida deseada. El operador activa el taladro y el punzón golpea el tubo con precisión, dejando una marca en el material. Este proceso se realiza en varios puntos del tubo para asegurar que las medidas sean precisas. Finalmente se inspecciona el trabajo realizado para asegurar que cumpla con las especificaciones requeridas.

Figura 23

Área de pintura y hornos



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 23 se observa la pintadora de tubos y materiales el cual se lleva a cabo utilizando un equipo especializado que se encarga de aplicar la pintura de manera

electrostática sobre las piezas metálicas de las sillas. Este proceso se realiza en una cabina específica, donde se controla el ambiente para que la pintura se adhiera adecuadamente a la pieza. Antes de iniciar el proceso, se revisan las piezas para asegurar que estén limpias y libres de polvo o impurezas. Luego, se colocan en el equipo y se aplica la pintura mediante una carga eléctrica. La pintura es atraída hacia las piezas debido a la carga eléctrica, lo que garantiza una adherencia uniforme y un acabado de alta calidad.

Una vez que la pintura se ha aplicado, las piezas son colocadas en un área específica para secar. Este proceso puede llevar varias horas, dependiendo del tipo de pintura utilizada y del grosor de la capa aplicada. Una vez que las piezas están secas, son revisadas nuevamente para asegurar que el acabado es de alta calidad y cumplen con los estándares de calidad de la empresa.

Figura 24

Acumulación de materias primas



Nota. Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 24, la empresa Industrias Vicar se encuentra en un escenario desfavorable, ya que se observa una falta de orden y limpieza en el área de trabajo. La materia prima se encuentra dispersa por todos lados y no se encuentra almacenada de manera adecuada, lo que puede generar confusiones y retrasos en el proceso productivo. Además, se observa la presencia de piezas de tubos cortadas en el piso, lo que aumenta el riesgo de accidentes laborales y dificulta la movilidad en el área de trabajo.

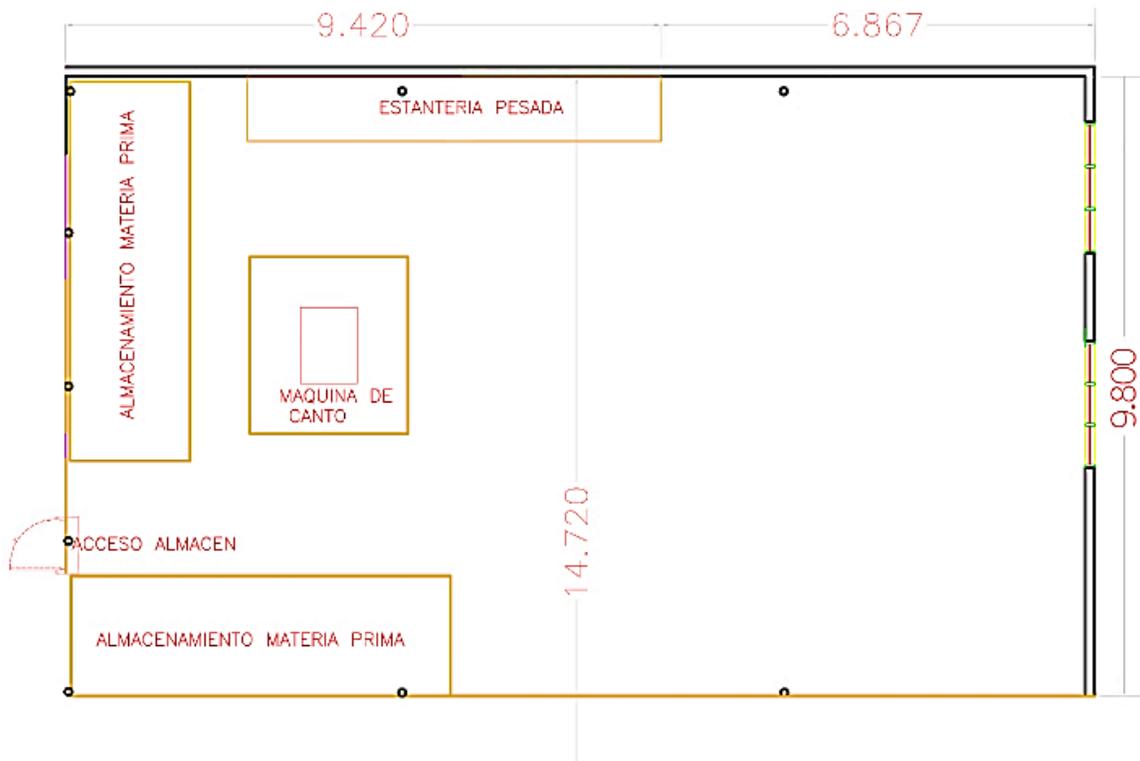
La presencia de polvo y suciedad en el área de trabajo puede afectar no solo la salud de los trabajadores, sino también la calidad de los productos fabricados. En la industria, existen diversas soluciones para minimizar la acumulación de polvo y suciedad, como la implementación de sistemas de ventilación y limpieza regulares de las áreas de trabajo.

Asimismo, la falta de iluminación en el área de trabajo puede afectar la precisión de las tareas y aumentar el riesgo de accidentes. Es importante tener en cuenta que la iluminación adecuada en el lugar de trabajo no solo mejora la seguridad, sino también la productividad y la calidad de los productos.

De igual modo, de maquinaria que no se utiliza y ocupa espacio en el área de trabajo indica una mala gestión del entorno y una falta de planificación en el proceso productivo, lo que puede tener un impacto negativo en la eficiencia y la productividad. Además, el almacenamiento prolongado de la materia prima puede llevar a la oxidación y el deterioro de la calidad de los productos finales

Figura 25

Plano del segundo piso Industrias Vicar



Nota. Elaboración propia.

En el segundo piso de la planta física de la empresa Industrias Vicar se encuentra el área de armado de sillas, en donde se realiza la etapa final del proceso productivo. En esta área se observa una mesa de armado, que es utilizada para unir todas las piezas de la silla y darle su forma final.

En cuanto al almacenamiento de materia prima, se ve que hay una zona específica para guardar los tubos, madera y otros elementos necesarios para la fabricación de las sillas.

Sin embargo, se observa que hay una acumulación de materia prima en el suelo, lo cual surge de una falta de organización y control en el almacenamiento.

En cuanto a los productos terminados, se ve que hay almacenamiento de sillas no vendidas, lo cual indica un exceso de producción o un problema en la estrategia de ventas e inventario muerto. Además, se observa que hay sillas terminadas esperando a ser trasladadas al área de almacenamiento del primer piso, generando desorden y fallas en el proceso de inventarios o tomas físicas de productos finales.

Igualmente, la máquina de canto se ve que está en buen estado, y se encuentra en su lugar asignado. Sin embargo, es necesario que se ejecute un plan de mantenimientos preventivos, con el fin de asegurar su buen estado, alargar la vida útil y garantiza el funcionamiento de manera adecuada.

Para las áreas de almacenamiento y abastecimiento, se puede observar que hay una falta de organización y control en el almacenamiento de materia prima, y una falta de eficiencia en el manejo de inventario. Además, se puede mejorar la estrategia de ventas para evitar el acumulamiento de productos terminados no vendidos. Es importante que se realicen mejoras en estos aspectos para garantizar un buen funcionamiento del proceso productivo y una mejor calidad en el producto final.

Además, la gestión de inventarios debe ser una prioridad en cualquier proceso productivo, ya que permite el control de los niveles de stock, previene el agotamiento de materiales y ayuda a evitar el desperdicio de recursos

Figura 26

Almacenamientos en segundo piso



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 26 se observa el segundo piso de Industrias Vicar, donde se encuentra el área de almacenamiento de materia prima para la fabricación de las sillas universitarias. En esta área, se guarda el material necesario para la fabricación de las sillas, como el tubo de acero y la madera.

También, en el segundo piso se encuentran las partes de las sillas que esperan ser ensambladas, estas son las patas, el asiento, el respaldo y el brazo de las sillas. Estas partes son revisadas y se les aplican las diferentes técnicas necesarias para su montaje.

Por otro lado, en este mismo piso, se encuentran productos terminados que no se vendieron y están esperando a ser trasladados al área producto terminado, el cual se encuentra en el primer piso.

4.1.3 Analizar de los factores que se afectan la distribución en planta

La distribución en planta en industrias Vicar es un factor clave en la eficiencia y productividad de la empresa. Algunos factores que afectan la distribución en planta son: la disposición de la maquinaria, el flujo de materiales y la ergonomía de los puestos de trabajo. La mala distribución en planta causa retrasos en el proceso de producción, problemas de seguridad en el lugar de trabajo y disminución en la calidad del producto final. Es importante realizar un análisis periódico de la distribución en planta para identificar y corregir cualquier problema y mejorar la eficiencia de la empresa, los principales factores que fueron tenidos en cuenta son:

4.1.3.1 Factor material

La materia prima utilizada en la fabricación de la silla universitaria en Industrias Vicar incluye principalmente el tubo de acero (Sureca), la lámina de madera (Decotriplex),

la química del color, los tapones (Martinplast), la lámina de hierro (Recotes y Despupes), la tornillería (Tornicar) y la pintura poliéster en polvo hornéale de (Gladys Ireida Pérez).

El tubo de acero Sureca es esencial en la fabricación de la estructura de la silla, ya que proporciona la resistencia y durabilidad necesarias para soportar el peso del usuario. La lámina de madera Decotriplex se utiliza para fabricar las partes del asiento, espaldar y brazo de la silla. La química del color es utilizada como sellador y laca brillante para pintar la madera, protegiéndola y mejorando su apariencia.

Los tapones Martinplast son utilizados para tapar los extremos de los tubos de acero y evitar que entre polvo o suciedad. La lamina de hierro Recotes y Despupes se utiliza para fabricar la bandeja debajo del asiento, proporcionando una superficie resistente y duradera. La tornillería Tornicar se utiliza para unir las diferentes partes de la silla y asegurar su estabilidad.

La pintura poliéster en polvo horneable de Gladys Ireida Pérez se utiliza para proporcionar un acabado resistente y duradero a las partes de la silla, protegiéndolas de factores externos y mejorando su apariencia. En resumen, cada una de estas materias primas es esencial en la fabricación de la silla universitaria en Industrias Vicar, ya que proporcionan la resistencia y durabilidad necesaria.

En cuanto a los insumos utilizados en la fabricación de la silla universitaria en Industrias Vicar, estos son diversos y se clasifican en dos categorías: peligrosos y no peligrosos.

Los insumos necesarios para el proceso productivo incluyen elementos como soldaduras, pinturas, herramientas de corte y doblado, entre otros. Estos son esenciales para garantizar la calidad y eficiencia en la fabricación de la silla.

Tabla 4

Calificación de los insumos

Insumos	clasificación
Tornillos	No peligros
Tuercas	No peligros
Arandelas	No peligros
Adhesivo para soldadura	Peligros
Soldadura eléctrica	Peligros
Limpiador de herrajes	Peligros
Pintura electrostática	Peligros
Barniz	No peligros
Lijas	No peligros
Cinta de medir	No peligros
Tijeras de cortar	No peligros
Martillo	No peligros
Sierras	No peligros
Taladro	No peligros
Llave inglesa	No peligros
Torno	No peligros
Prensa	No peligros
Nivel	No peligros
Escuadra	No peligros
Plantilla	No peligros
Lijadora eléctrica	No peligros
Pinceles	No peligros
Rodillo	No peligros

Mascarillas de protección	Peligros
Gafas de seguridad	Peligros
Guantes de seguridad	Peligros
Audífonos de seguridad	Peligros
Protectores faciales	Peligros.
Guantes de seguridad	No peligros
Audífonos de seguridad	No peligros
Protectores faciales	No peligros

Nota. Elaboración propia.

Tabla 5

Gama de productos fabricados por Industrias Vicar

Nombre del producto	Descripción
Pupitre universitario	Pupitre universitario de madera con estantes y cajones incorporados
Estantería	Estantería de madera con capacidad para libros y documentos
Archivadora	Archivadora de metal con cajones y cerradura incorporada
Puesto de trabajo	Puesto de trabajo modular de madera con estantes y cajones incorporados
Recepción	Recepción modular de madera con estantes y cajones incorporados

Nota. Elaboración propia.

4.1.3.2 Factor hombre

En cuanto al factor hombre en Industrias Vicar, se puede observar que cuenta con un equipo de trabajo en el área de producción compuesto por 25 empleados, los cuales están encargados de llevar a cabo el proceso productivo de la silla universitaria.

En cuanto al talento humano, se puede observar que los empleados tienen un alto grado de especialización en su función, ya que son capacitados y entrenados para desempeñar su trabajo de manera eficiente y eficaz. Además, se puede observar un alto grado de compromiso y motivación en el equipo de trabajo, lo que se refleja en la calidad del producto final.

En cuanto a las funciones y perfil del cargo, cada empleado tiene una función específica dentro del proceso productivo, desde el almacenamiento de materia prima hasta la inspección final del producto. Además, se espera que cada empleado tenga habilidades específicas y conocimientos técnicos para desempeñar su trabajo de manera eficiente.

En cuanto a las políticas salariales, se puede observar que la empresa tiene un sistema de remuneración justo y equitativo, en el que se tiene en cuenta la experiencia, el desempeño y las habilidades de cada empleado. Además, la empresa ofrece beneficios adicionales como, vacaciones pagadas y bonos por desempeño.

Figura 27*Personal Industrias Vicar*

Descripción	Cantidad	Porcentaje
Administrativo	10	28.57%
Operativo	25	71.43%

Nota. Elaboración propia.

4.1.3.3 Factor maquinaria

Según el análisis realizado en Industrias Vicar, se ha identificado que la entidad cuenta con una variedad de maquinarias, equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso productivo. Estas incluyen cortadoras manuales, sierras de disco, lijadoras de disco, troqueladoras, dobladoras eléctricas, taladros de árbol, hornos y equipos de soldadura. Estos equipos son esenciales para la producción de la silla universitaria y otros productos que ofrece la empresa. Además, se ha observado que la mayoría de estas maquinarias y equipos están en buen estado y se encuentran en uso regular. Sin embargo, se

han identificado algunas áreas de mejora en cuanto a la organización y el mantenimiento de estos equipos, lo cual podría afectar la eficiencia y la calidad en el proceso productivo.

Tabla 6

Maquinaria de la empresa Industrias Vicar

Cantidad	Maquina	Referencia	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
2	Taladro de árbol	TAL-01	1.62	0.55	0.30
1	Soldador INV 250	INV-250	0.90	0.70	1.20
1	Soldador MIG	MIG-01	1.00	0.80	1.10
1	Troqueladora de 50 toneladas	TROQ-50	2.50	1.50	2.00
2	Caladora	CAL-01	1.20	0.90	1.50
1	Cortadora de metal manual	COR-01	1.20	0.70	1.00
2	Remachadora neumática	REM-01	0.70	0.50	0.60
1	Colocadora de tuercas	COL-01	0.90	0.60	0.80
2	Dobladora de tubos	DOB-01	1.50	1.20	1.50
1	Compresor cabezote	COM-01	1.80	1.20	1.60
1	Equipo Magnum Soldador	MS-200	2.50	1.80	1.50
2	Corta tubos	CT-250	1.77	0.48	0.80
1	Pintadora	P-350	2.22	2.71	2.35
2	Carreta	CR-200	1.60	0.55	0.25
1	Cierra de banco	CB-150	1.77	1.24	0.95
2	Horno	H-300	2.66	2.20	3.10

Nota. Elaboración propia.

4.1.3.4 Factor edificio

En cuanto al factor edificio, es importante destacar que la distribución en planta de Industrias Vicar se ve afectada por la ubicación de la fábrica, al estar en un sector residencial, generando ruido a las viviendas aledañas. La empresa cuenta con un segundo

piso donde se encuentran las áreas de almacenamiento y producción de las sillas. En el primer piso se encuentran las áreas administrativas y producción.

Figura 28

Vista del segundo piso



Nota. Elaboración propia.

En cuanto a las ventanas, se encuentran ubicadas en los espacios altos del edificio, permitiendo una buena entrada de luz natural en las áreas de trabajo. Sin embargo, debido a la reducción de espacio en los pasillos, puede presentarse dificultad para transportar la materia prima y los productos terminados.

Figura 29

Vista parte superior de la planta



Nota. Elaboración propia.

La estructura del edificio cuenta con paredes y columnas robustas, garantizando una buena estabilidad y seguridad en el proceso productivo. Las puertas cuentan con mecanismos de seguridad adecuados para garantizar la seguridad de los trabajadores y la materia prima.

La presencia de escaleras, barandas y pasamanos garantiza una buena movilidad entre los pisos y seguridad en el traslado de materiales y herramientas. Sin embargo. En resumen, el factor edificio es importante para la distribución en planta de Industrias Vicar, ya que su estructura y diseño afectan directamente la productividad y seguridad en el proceso productivo.

Figura 30

Entrada al segundo piso



Nota. Elaboración propia.

4.1.3.5 Factor movimiento y espera

El factor movimiento se refiere a la forma en que se mueve la materia prima, los productos en proceso y los productos terminados dentro de la planta. En el caso de industrias Vicar, se ha observado que existe una mala distribución en la planta, lo que dificulta el transporte de la materia prima y los productos. Esto se debe a la falta de espacio para el área de producción y mala distribución de planta.

Por otro lado, el factor espera se refiere al tiempo que se pierde en la planta debido a la falta de un flujo eficiente de trabajo. En industrias Vicar, se ha observado que hay una gran cantidad de desperdicios en el piso debido a la falta de un sistema de limpieza adecuado. Además, las áreas de trabajo están muy alejadas entre sí, lo que dificulta el transporte de la materia prima y los productos y, por lo tanto, aumenta el tiempo de espera.

En resumen, para mejorar el factor movimiento y el factor espera en Industrias Vicar es necesario mejorar la distribución en planta, proporcionar un sistema de transporte adecuado y mejorar las condiciones de limpieza y orden en la planta.

4.1.3.6 Factor servicio

En cuanto al factor servicio, Industrias Vicar presenta algunas debilidades en cuanto a las condiciones de los puestos de trabajo y seguridad. Donde los baños están en mal estado y existe suciedad en algunas áreas de la planta. Además, hay varias sillas rotas o en mal estado, lo que podría causar accidentes y desorden. También se ha mencionado que hay materia prima tirada en el suelo, lo que podría causar riesgos de seguridad para los trabajadores. Además, hay zonas oscuras en la planta que podrían representar un riesgo para la seguridad de los trabajadores. Por otro lado, no se utilizan constantemente los elementos de protección personal en algunas áreas de la planta.

En cuanto a la iluminación, se menciona que hay zonas oscuras en la planta, lo que podría representar un riesgo para la seguridad de los trabajadores. La ventilación también podría ser mejorada para garantizar un ambiente de trabajo saludable para los trabajadores.

En cuanto a orden y limpieza, se ha mencionado que hay suciedad en algunas áreas de la planta y que la materia prima está ubicada en el suelo. Esto podría causar problemas de seguridad y salud para los trabajadores y mal estado de la materia prima para ser utilizada. En cuanto a las condiciones de seguridad para los trabajadores, se menciona que hay sillas rotas o en mal estado, lo que podría causar accidentes, y que no se utilizan los elementos de protección personal en algunas áreas de la planta.

4.1.3.7 Factor cambio

En cuanto al factor cambio, para la empresa Industrias Vicar, es importante tener en cuenta que el mercado de mobiliario es altamente competitivo y sujeto a cambios constantes en cuanto a diseño de productos, materiales y demanda. Es necesario prever y estar preparados para adaptarse a los cambios en los materiales utilizados en la fabricación de los productos, lo cual puede afectar el proceso y los métodos de producción. Además, es importante estar preparados para adaptarse a cambios en el personal, ya sea en cuanto a horas de trabajo, organización o supervisión y habilidades requeridas. La empresa debe estar en constante capacitación y adaptación del personal a las nuevas exigencias del mercado.

Otro aspecto a tener en cuenta es la adaptación a cambios en las actividades auxiliares, como el manejo, almacenamiento y servicios necesarios para el correcto funcionamiento de la planta. Es importante tener en cuenta que la fábrica y la instalación también pueden sufrir cambios y limitaciones debido a factores externos, por lo que es necesario estar preparados para adaptarse a estos cambios

4.1.4 Seleccionar el producto para analizar el proceso productivo en la empresa Industrias Vicar.

El producto seleccionado para el análisis de los procesos productivos en la empresa Industrias Vicar fue la silla universitaria. Esta selección se basó en varios factores, como la demanda del producto en el mercado, su importancia dentro de la gama de productos ofrecidos por la empresa y el impacto que su producción tiene en los procesos productivos de la empresa.

La silla universitaria es un producto de gran importancia para la empresa ya que es uno de sus productos estrella, con una alta demanda en el mercado debido a su uso en instituciones educativas. Además, su producción requiere una gran cantidad de recursos y una alta complejidad en los procesos productivos, lo que afecta significativamente la eficiencia y productividad de la empresa.

Figura 31

Silla universitaria Industrias Vicar



Nota. Elaboración propia.

En cuanto a los demás productos ofrecidos por la empresa Industrias Vicar, se encuentran mesas para escritorio, estantes, sillas de oficina, entre otros. Sin embargo, estos productos no tuvieron tanto impacto en el diagnóstico y diseño de distribución de planta, ya que no representan una producción significativa para la empresa.

4.2 Proponer la distribución de planta con base en la metodología SLP

4.2.1 Analizar el método SLP

El método SLP se propuso en Industrias Vicar para mejorar la distribución de la planta de producción. Se realizó un diagnóstico inicial para identificar las problemáticas existentes, como el transporte de materia prima que genera dificultad debido a la falta de espacios, la mala distribución de las máquinas, zonas oscuras, residuos de materia prima en

el suelo, partes de sillas ubicadas (colgadas) en la pared, largos recorridos y transporte de materia prima manual.

A continuación, se hizo uso de la metodología SLP para conocer las diferentes alternativas de distribución de plantas aplicables a la empresa y proponer la mejora de la distribución en planta que más se ajustara a las necesidades de la empresa. Se identificaron varias variables que afectaban la planta de producción, como la falta de espacios, la mala distribución de las máquinas, zonas oscuras, residuos de materia prima en el suelo, sillas guiando en la pared, largos recorridos y transporte de materia prima manual.

A través de la aplicación del método SLP, se propusieron alternativas para mejorar la distribución de la planta, como la reorganización de las máquinas, la creación de espacios adicionales para el almacenamiento, la optimización de los recorridos y la automatización del transporte de materia prima.

4.2.1.1 Análisis producto-cantidad

Para llevar a cabo el análisis del producto-cantidad actual, se realizaron mediciones de tiempos de producción. Los resultados de estas mediciones se encuentran detallados en la tabla 8, donde se describen todas las operaciones involucradas en el proceso de fabricación de una silla universitaria. Para obtener una muestra representativa, se registraron 10 tomas de tiempos en minutos para cada operación.

Estos datos son esenciales para conocer el rendimiento actual del proceso y para poder identificar oportunidades de mejora en la distribución de planta. Además, es importante destacar que estos tiempos de producción actuales son la base para la propuesta de distribución de planta con la metodología SLP.

Tabla 7

Formato de tiempos

Formato de tiempos										
Área de trabajo:	Planta productividad Industrias Vicar									
Operación	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	Tiempo 6	Tiempo 7	Tiempo 8	Tiempo 9	Tiempo 10
Llevar la tubería a la dobladora	0.245	0.282	0.274	0.292	0.296	0.272	0.265	0.289	0.299	0.262
Agustar ángulos	0.454	0.522	0.508	0.540	0.549	0.504	0.490	0.536	0.554	0.486
Doblar tubería	0.145	0.167	0.162	0.173	0.175	0.161	0.157	0.171	0.177	0.155
Llevar la tubería a la dobladora	0.246	0.283	0.276	0.293	0.298	0.273	0.266	0.290	0.300	0.263
Agustar ángulos	0.415	0.477	0.465	0.494	0.502	0.461	0.448	0.490	0.506	0.444
Doblar tubería	0.148	0.170	0.166	0.176	0.179	0.164	0.160	0.175	0.181	0.158
Llevar brazo a la cortadora	0.247	0.284	0.277	0.294	0.299	0.274	0.267	0.291	0.301	0.264
Cortar punta del brazo	0.187	0.215	0.209	0.223	0.226	0.208	0.202	0.221	0.228	0.200
Llevar brazo a la troqueladora	0.342	0.393	0.383	0.407	0.414	0.380	0.369	0.404	0.417	0.366
Aplanar punta	0.0472	0.054	0.053	0.056	0.057	0.052	0.051	0.056	0.058	0.051
Soldar brazo	2.465	2.835	2.761	2.933	2.983	2.736	2.662	2.909	3.007	2.638
Soldar herraje	5.781	6.648	6.475	6.879	6.995	6.417	6.243	6.822	7.053	6.186
Llevar silla al área de trabajo	0.265	0.305	0.297	0.315	0.321	0.294	0.286	0.313	0.323	0.284
Marcar con lápiz empleando plantilla	0.084	0.097	0.094	0.100	0.102	0.093	0.091	0.099	0.102	0.090
Taladrar	0.974	1.120	1.091	1.159	1.179	1.081	1.052	1.149	1.188	1.042
Pulir perforaciones	0.1874	0.216	0.210	0.223	0.227	0.208	0.202	0.221	0.229	0.201
Lavar herraje	1.642	1.888	1.839	1.954	1.987	1.823	1.773	1.938	2.003	1.757
Limpiar herraje	1.845	2.122	2.066	2.196	2.232	2.048	1.993	2.177	2.251	1.974
Llevar herraje a la cabina	0.247	0.284	0.277	0.294	0.299	0.274	0.267	0.291	0.301	0.264
Pintar	0.452	0.520	0.506	0.538	0.547	0.502	0.488	0.533	0.551	0.484
Llevar máquina a la lámina	0.145	0.167	0.162	0.173	0.175	0.161	0.157	0.171	0.177	0.155
Cortar	0.245	0.282	0.274	0.292	0.296	0.272	0.265	0.289	0.299	0.262
Llevar lámina a mesa de trazo	0.142	0.163	0.159	0.169	0.172	0.158	0.153	0.168	0.173	0.152
Trazar	0.2687	0.309	0.301	0.320	0.325	0.298	0.290	0.317	0.328	0.288
Despuntar esquinas	0.254	0.292	0.284	0.302	0.307	0.282	0.274	0.300	0.310	0.272
Destijerar	0.1981	0.228	0.222	0.236	0.240	0.220	0.214	0.234	0.242	0.212
Llevar bandeja a la dobladora	0.145	0.167	0.162	0.173	0.175	0.161	0.157	0.171	0.177	0.155
Doblar	0.268	0.308	0.300	0.319	0.324	0.297	0.289	0.316	0.327	0.287
Llevar bandeja a la troqueladora	0.2681	0.308	0.300	0.319	0.324	0.298	0.290	0.316	0.327	0.287
Aplanar costados	0.568	0.653	0.636	0.676	0.687	0.630	0.613	0.670	0.693	0.608
Llevar tira de madera a trazo	0.174	0.200	0.195	0.207	0.211	0.193	0.188	0.205	0.212	0.186
colocar puntillas	0.9875	1.136	1.106	1.175	1.195	1.096	1.067	1.165	1.205	1.057
Llevar madera a Sierra sin fin	0.294	0.338	0.329	0.350	0.356	0.326	0.318	0.347	0.359	0.315
Cortar brazo	0.2357	0.271	0.264	0.280	0.285	0.262	0.255	0.278	0.288	0.252
Sacar puntillas	0.236	0.271	0.264	0.281	0.286	0.262	0.255	0.278	0.288	0.253
Perforar	0.249	0.286	0.279	0.296	0.301	0.276	0.269	0.294	0.304	0.266

Nota. Elaboración propia.

Así mismo, tras el registro de tiempos realizado, se encontró que el proceso de fabricación de una silla universitaria actualmente requiere de un tiempo de 13.714 minutos.

En un día normal de trabajo de 8 horas, es posible producir un total de 35 sillas universitarias. Cabe destacar que la producción se realiza en función de los pedidos y contratos realizados con las alcaldías, escuelas y universidades locales, así como algunos pedidos nacionales en Colombia.

4.2.1.2 Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)

Se realizó el análisis de recorrido del producto y se describe el proceso productivo.

4.2.1.2.1 Descripción del proceso productivo

El proceso productivo de la silla universitaria en Industrias Vicar es un proceso compuesto por varias etapas, que incluye la recepción y almacenamiento de materia prima, el trazado y corte de las partes curvas del espaldar de la silla, el lijado, la limpieza, la pintura y el secado de las partes, entre otras actividades. En cada una de estas etapas, es necesario contar con una buena planificación y organización para garantizar la calidad y eficiencia en el proceso.

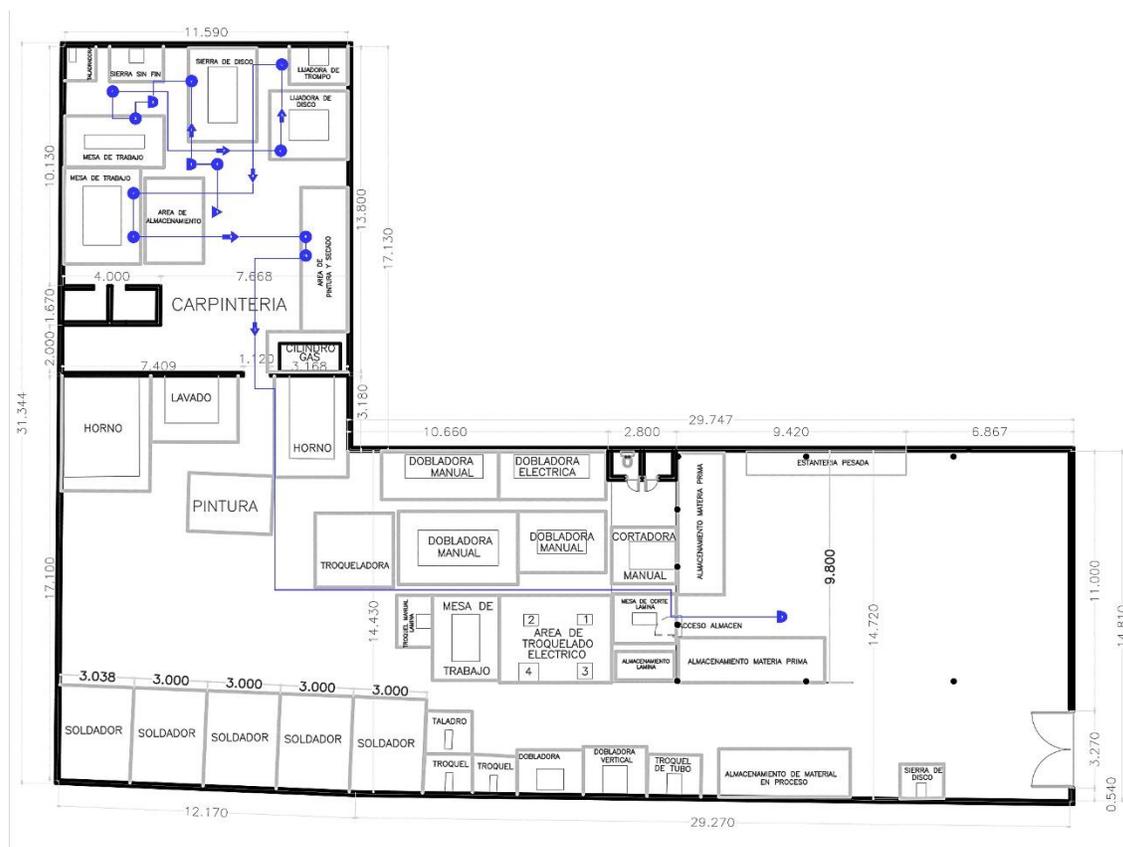
Por ejemplo, el trazado y corte de las partes curvas del espaldar de la silla requiere de un proceso preciso y cuidadoso para garantizar la simetría y precisión en la forma de la

curva. Además, la utilización de herramientas y maquinarias adecuadas es esencial para evitar desperdicios y reducir costos.

En este sentido, es importante considerar la optimización del proceso productivo y la mejora continua como herramientas para la mejora de la calidad y la eficiencia en la producción, en la Figura 30 se muestra el diagrama de recorrido que se planteó anteriormente, para la fabricación del espaldar de la silla.

Figura 32

Diagrama de recorrido actual para el espaldar de la silla



Nota. Elaboración propia.

Para la fabricación del asiento, se realiza el almacenamiento y transporte de materia prima, seguido de pintura, secado, corte en sierra sin fin y lijado en lijadora de disco.

También se limpian con aire, se vuelve a pintar y secar las partes. En la Figura 31 se muestra el diagrama de recorrido para el asiento de madera

Figura 33

Diagrama de recorrido actual para el asiento de madera



Nota. Elaboración propia.

Seguidamente, en la fabricación del brazo de madera, se almacena y transporta la materia prima, se pinta y se seca antes de cortar con sierra de disco y trazar. Se lijan con lijadora de disco, se perforan los huecos y se pinta y seca nuevamente.

Figura 34

Diagrama de recorrido actual para el brazo de madera

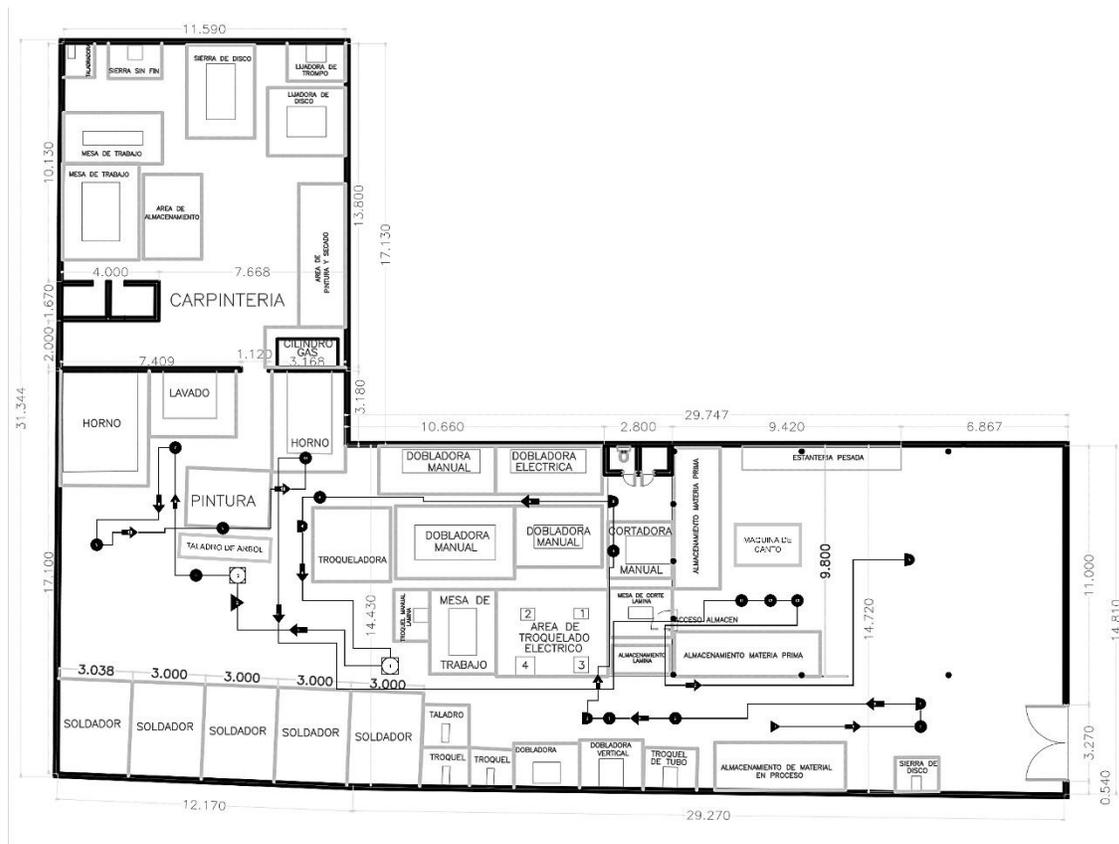


Nota. Elaboración propia.

operarios deben realizar largos recorridos hasta dicho punto, esto en el proceso de subir la materia prima, así como bajar el producto terminado.

Figura 36

Diagrama de recorrido actual para el armado de la silla



Nota. Elaboración propia.

4.2.1.2.2 Descripción del cursograma analítico del proceso

El cursograma analítico del proceso es una herramienta utilizada en ingeniería industrial para describir el proceso productivo de un producto específico. En el caso de la

silla universitaria, el proceso productivo se divide en varias etapas, cada una de las cuales es descrita detalladamente en el cursograma.

La primera etapa es la de almacenar la materia prima, en la cual se recibe y se ubica en su lugar necesario para la fabricación de la silla.

La segunda etapa es la de fabricación del espaldar curvo de la silla, en la cual se realiza el trazado, el corte en sierra de disco, el lijado con lijadora de disco y de trompo, la limpieza con aire y la pintura.

La tercera etapa es la de fabricación del asiento de la silla, en la cual se realiza el corte en sierra sin fin, el lijado en lijadora de disco y manual, la limpieza con aire y la pintura.

La cuarta etapa es la de fabricación del brazo de madera de la silla, en la cual se realiza el corte con sierra de disco, el trazado, el perforado de huecos, la limpieza con aire y la pintura.

En la quinta etapa, se realiza el armado de la silla, uniendo las diferentes piezas fabricadas previamente. En este proceso se utilizan herramientas manuales y maquinaria específica para unir las piezas de forma segura y estable. El proceso incluye almacenar la materia prima, transportar las piezas ya fabricadas hasta el área de armado, y unir las piezas mediante el uso de adhesivos y/o tornillos.

Es importante asegurar que cada unión se realiza de manera adecuada para garantizar la estabilidad y seguridad de la silla. Una vez armada, la silla es revisada para asegurar que cumple con los estándares de calidad antes de ser enviada al almacén o al cliente.

Figura 37

Cursograma analítico actual para la fabricación del espaldar

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° __1__ De: __1__ Diagrama N°: __1__		Operar. <input type="checkbox"/>		Meter. <input checked="" type="checkbox"/>		Maqui. <input type="checkbox"/>				
Proceso: Fabricación de Espaldar en madera para silla			RESUMEN							
Fecha:			SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia: Almacenamiento de materia prima				Operación	10		0%			
Método: Actual: __X__ Propuesto: ____				Transporte	6		0%			
Producto:				Inspección	0		0%			
Nombre del operario:				Espera	3		0%			
Elaborado por: Junior Alexander Ortiz Arenas, Tania Paola Cañizares Vargas				Almacenaje	1		0%			
Tamaño del Lote:			Total de Actividades realizadas		20		0%			
			Distancia total en metros		44		0%			
			Tiempo min/hombre		3		0%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
1	Almacenar materia prima	1		2						
2	Trazado	1		9						
3	Retraso	1		3						
4	Transporte	1	1.8	3						
5	Cortar en sierra de disco	1		8						
6	Restraso	1		3						
7	Trazado	1		9						
8	Cortar en Sierra sin fin	1	1.8	3						
9	Transporte	1	2.3	4						
10	Lijar con Lijadora de Disco	1		9						
11	Transporte	1	1.5	2						
12	Lijar con Lijadora de Trompo	1		9						
13	Transporte	1	8.0	7						
14	Lijar manualmente	1		8						
15	Limpiar con aire	1		7						
16	Transporte	1	3.4	5						
17	Pintar	1		25						
18	Secar	1		19						
19	Transporte	1	25.6	20						
20	Espera	1		3						
Tiempo Minutos: 2.6		m		44.4	158.6		s			

Nota. Elaboración propia.

Figura 38

Cursograma analítico actual para la fabricación del asiento de madera

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° <u> 1 </u> De: <u> 1 </u> Diagrama N°: <u> 2 </u>			Operar. <input type="checkbox"/> Mater. <input checked="" type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>							
Proceso: Fabricación de Asiento en Madera			RESUMEN							
Fecha:			SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia: Almacenamiento de materia prima				Operación	11		0%			
Método: Actual: <u> X </u> Propuesto: <u> </u>				Transporte	8		0%			
Producto:				Inspección	0		0%			
Nombre del operario:				Espera	2		0%			
Elaborado por: Junior Alexander Ortiz Arenas, Tania Paola Cañizares Vargas				Almacenaje	1		0%			
Tamaño del Lote:			Total de Actividades realizadas		22		0%			
			Distancia total en metros		73		0%			
			Tiempo min/hombre		3		0%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
1	Almacenar materia prima	1		2						
2	Transportar	1	10.0	9						
3	Pintar	1		8						
4	Secar	1		9						
5	Transportar	1	8.9	3						
6	Cortar en Sierra sin Fin	1		7						
7	Esperar	1		3						
8	Trasnorte	1	5.9	3						
9	Lijar en lijadora de disco	1		6						
10	Trasnorte	1	5.0	2						
11	Limpiar con aire	1		8						
12	Trasnorte	1	5.2	2						
13	Pintar	1		18						
14	Secar	1		14						
15	Transportar	1	5.0	3						
16	Lijar manualmente	1		8						
17	Limpiar con aire	1		8						
18	Trasnorte	1	5.2	3						
19	Pintar	1		19						
20	Secar			17						
21	Transportar		27.6	14						
22	Esperar	1		3						
Tiempo Minutos: 2.8		m	72.8	169.2 s						

Nota. Elaboración propia.

Figura 39

Cursograma analítico actual para la fabricación del brazo de madera

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° __1__ De: __1__ Diagrama N°: __3__			Operar.	Mater. <input checked="" type="checkbox"/>	Maqui.					
Proceso: Fabricación de Brazo en Madera			RESUMEN							
Fecha:			SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia: Almacenamiento de materia prima				Operación	12		0%			
Método: Actual: __X__ Propuesto: ____				Transporte	11		0%			
Producto:				Inspección	0		0%			
Nombre del operario:				Espera	3		0%			
Elaborado por: Junior Alexander Ortiz Arenas, Tania Paola Cañizares Vargas				Almacenaje	1		0%			
Tamaño del Lote:			Total de Actividades realizadas		27		0%			
			Distancia total en metros		92		0%			
			Tiempo min/hombre		3		0%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
1	Almacenar materia prima	1		2						
2	Transportar	1	7.0	7						
3	Pintar	1		14						
4	Transportar	1	1.8	2						
5	Secar	1		11						
6	Transportar	1	8.9	8						
7	Cortar con sierra de disco	1		7						
8	Transportar	1	6.8	5						
9	Trazar	1		6						
10	Transportar	1	2.3	3						
11	Cortar con sierra sin fin	1		8						
12	Transportar	1	4.3	4						
13	Lijar con lijadora de disco	1		7						
14	Espera	1		2						
15	Transportar	1	8.3	8						
16	Perforar huecos	1		7						
17	Esperar	1		2						
18	Transportar	1	8.9	6						
19	Pintar	1		11						
20	Secar	1		10						
21	Transportar	1	6.8	3						
22	Lijar manualmente	1		7						
23	Transportar	1	8.9	6						
24	Pintar	1		11						
25	Secar	1		3						
26	Transportar	1	27.6	13						
27	Esperar	1		2						
Tiempo Minutos: 2.9			m	91.6	175.8	s				

Nota. Elaboración propia.

Figura 40

Cursograma analítico actual para la fabricación de la bandeja

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° __1__ De: __1__ Diagrama N°: __4__				Operar. <input type="checkbox"/> Mater. <input checked="" type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>						
Proceso: Fabricación de Bandeja Porta Libros			RESUMEN							
Fecha:			SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia: Almacenamiento de materia prima				Operación	6		0%			
Método: Actual: __X__ Propuesto: ____				Transporte	7		0%			
Producto:				Inspección	0		0%			
Nombre del operario:				Espera	3		0%			
Elaborado por: Junior Alexander Ortiz Arenas, Tania Paola Cañizares Vargas				Almacenaje	1		0%			
Tamaño del Lote:			Total de Actividades realizadas		17		0%			
			Distancia total en metros		46		0%			
			Tiempo min/hombre		2		0%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Almacenar materia prima	1		2						
2	Transportar	1	6.7	4						
3	Cortar en Cortadora Manual	1		9						
4	Esperar	1		3						
5	Transportar	1	8.7	4						
6	Trazar con plantilla	1		7						
7	Transportar	1	4.2	3						
8	Despuntar en Troquel Manual	1		9						
9	Transportar	1	7.1	4						
10	Doblar en Dobladora Electrica	1		10						
11	Esperar	1		3						
12	Transportar	1	3.6	3						
13	Aplanar en Troqueladora	1		11						
14	Transportar	1	2.8	3						
15	Doblar en Dobladora Manual	1		10						
16	Transportar	1	13.0	9						
17	Esperar	1		3						
Tiempo Minutos: 1.6		m	46.1	96.6	s					

Nota. Elaboración propia.

Figura 41

Cursograma analítico actual para el armado de la silla

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° __1__ De: __1__ Diagrama N°: __4__			Operar. <input type="checkbox"/> Mater. <input checked="" type="checkbox"/> Mequi. <input type="checkbox"/>							
Proceso: Fabricación de armado de la silla		RESUMEN								
Fecha:		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
El estudio Inicia:	Almacenamiento de materia prima	●	Operación	15		0%				
Método: Actual:	__X__ Propuesto: ____	→	Transporte	13		0%				
Producto:		■	Inspección	0		0%				
Nombre del operario:		◐	Espera	5		0%				
Elaborado por:	Junior Alexander Ortiz Arenas, Tania Paola Cañizares Vargas	▼	Almacenaje	2		0%				
Tamaño del Lote:		Total de Actividades realizadas		35		0%				
		Distancia total en metros		142		0%				
		Tiempo min/hombre		4		0%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
					●	→	■	◐	▼	
1	Almacenar materia prima	1		3						
2	Transportar	1	5.6	5						
3	Cortura Tubería en Sierra de Disco	1		9						
4	Esperar	1		3						
5	Transportar	1	9.9	6						
6	Aplana refuerzos en Troquel de Tubo	1		9						
7	Transportar	1	2.5	3						
8	Doblar tubería en Dobladora vertical	1		9						
9	Esperar	1		3						
10	Transportar	1	7.1	6						
11	Cortar en cortadora Manual	1		8						
12	Esperar	1		3						
13	Transportar	1	14.5	8						
14	Aplanar con troqueladora	1		10						
15	Esperar	1		3						
16	Transportar	1	10.2	8						
17	Soldar	1		10						
18	Transportar	1	7.6	6						
19	Almacenar producto en proceso	1		9						
20	Marcar huecos e inspeccionar	1		8						
21	Puntear con punzon en taladro de arbol	1		7						
22	Transportar	1	8.1	6						
23	Lavar herraje con acido	1		9						
24	Transportar	1	6.3	5						
25	Secado natural	1		8						
26	Transportar	1	4.8	4						
27	Pintar con pintura electrostatica	1		35						
28	Transportar	1	7.0	5						
29	Homear	1		39						
30	Transportar	1	30.0	15						
31	Ensamblar asiento	1		12						
32	Ensamblar espaldar	1		10						
33	Ensamblar brazo	1		11						
34	Transportar	1	28.0	11						
35	Esperar despacho	1		8						
Tiempo Minutos: 3.7			m	141.6		s	222.7			

Nota. Elaboración propia.

Seguidamente se realiza el registro de las operaciones involucradas en el proceso productivo para la fabricación de una silla universitaria, en las siguientes tablas se muestran el resultado de las operaciones totales y el tiempo empleado para la fabricación de cada parte de la silla y los procesos involucrados.

Tabla 8

Resultado del diagrama de recorrido para la elaboración del espaldar de la silla

Elemento	Total
Operación	8
Transporte	6
Operación-Inspección	2
Espera	3
Almacenaje	1
Tiempo	2.6 min

Nota. Elaboración propia.

Tabla 9

Resultado del diagrama de recorrido para la elaboración asiento de madera

Elemento	Total
Operación	10
Transporte	8
Operación-Inspección	1
Espera	2
Almacenaje	1

Tiempo **2.8 min**

Nota. Elaboración propia.

Tabla 10

Resultado del diagrama de recorrido para la elaboración brazo de madera

Elemento	Total
Operación	10
Transporte	11
Operación-Inspección	2
Espera	3
Almacenaje	1
Tiempo	2.9 min

Nota. Elaboración propia.

Tabla 11

Resultado del diagrama de recorrido para la elaboración de bandeja

Elemento	Total
Operación	5
Transporte	7
Operación-Inspección	1
Espera	3
Almacenaje	1
Tiempo	1.6 min

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12

Resultado del diagrama de recorrido para el ensamble pupitre universitario

Elemento	Total
Operación	12
Transporte	13
Operación-Inspección	3
Espera	5
Almacenaje	2
Tiempo	3.71 min

Nota. Elaboración propia.

Finalmente se planteó la tabla resumen del total de operaciones involucradas en el proceso productivo de una silla universitaria.

Tabla 13

Resumen de operaciones

Elemento	Total
Operación	45
Transporte	45
Operación-Inspección	9
Espera	16
Almacenaje	15
Tiempo	13.714 min
	822.86 segundos

Nota. Elaboración propia.

4.2.1.2.3 *Desarrollar el diagrama de relación de proximidad*

Para el desarrollo del diagrama de relaciones inicialmente se elaboró una lista de todas las áreas productivas y procesos de la empresa, incluyendo producción, logística, y administración, el cual fueron tomadas y adaptadas en la matriz que se diseñó en la herramienta Corelab.

El diagrama consta de un número adecuado de actividades o puestos de trabajo, en el cual se cruzan los puestos de trabajos unos con otros, dentro de las celdas se establece la calificación pertinente a través del uso del cuadro de proximidades, especificando así la analogía que hay entre los puestos de trabajo de la entidad; con respecto al cuadro de proximidades está dado de una manera clara y objetiva, Figura 40.

Posteriormente, se realizó un análisis para cumplir con el desarrollo de la distribución de planta adecuada a la organización. A continuación, en la Figura correspondiente se puede evidenciar el diagrama de relaciones.

Tabla 14

Relación de proximidades

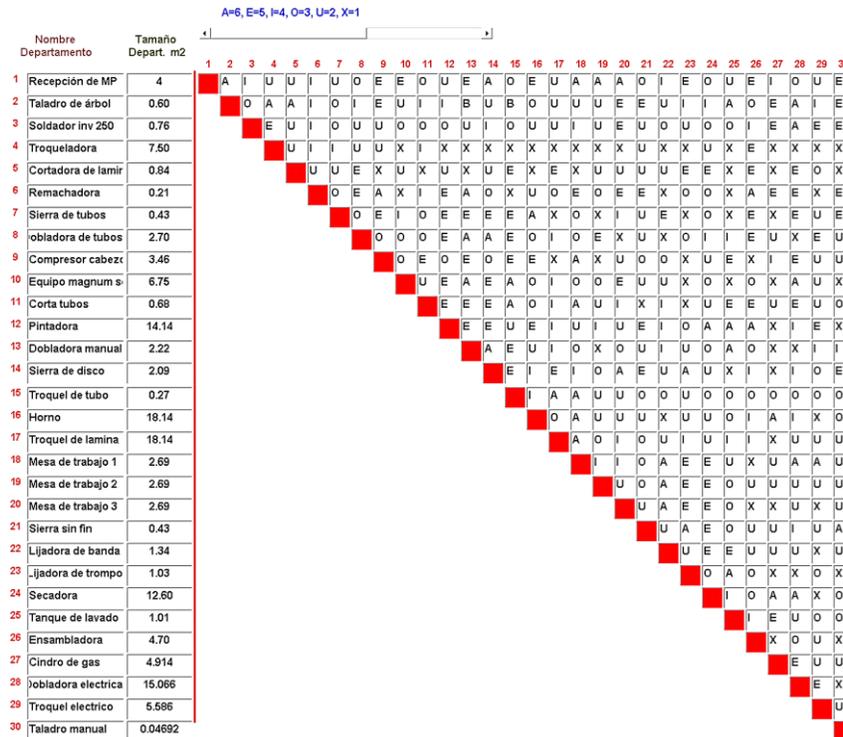
CODIGO	RELACIÓN DE PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante

I	Importante
O	Sin importancia
U	No recomendable
X	Indeseable

Nota. Elaboración propia.

Figura 42

Diagrama de relación de proximidad



Nota. Elaboración propia.

Después de establecer la calificación pertinente de cada una de las relaciones en el diagrama de relaciones, se procedió a realizar una hoja de resumen que se utilizó para

organizar la información obtenida del diagrama de relaciones en Industrias Vicar, con la finalidad de tener una mejor visión acerca de cómo distribuir adecuadamente la planta física de la entidad y cuál sería el departamento más afín a los ya colocados.

Figura 43

Análisis del diagrama de relación de proximidad

N° Departamentos= 30
 Superficie Disponible= 811
 Superficie Requerida= 137.72292

Nombre Dept.	TCR	Superficie
*****	***	*****
1. Mesa de trabajo 1	113	2.69
2. Recepción de MP	113	4
3. Compresor cabezote	96	3.46
4. Horno	90	18.14
5. Dobladora electrica	105	15.066
6. Taladro de árbol	107	0.6
7. Remachadora	105	0.21
8. Cindro de gas	75	4.914
9. Corta tubos	102	0.68
10. Secadora	103	12.6
11. Pintadora	110	14.14
12. Tanque de lavado	96	1.01
13. Dobladora manual	101	2.22
14. Sierra de disco	113	2.09
15. Dobladora de tubos	100	2.7
16. Troquel de tubo	101	0.27
17. Sierra de tubos	97	0.43
18. Ensambladora	96	4.7
19. Equipo magnum soldad	88	6.75
20. Soldador inv 250	96	0.76
21. Mesa de trabajo 3	93	2.69
22. Troquel de lamina	90	18.14
23. Lijadora de banda	85	1.34
24. Sierra sin fin	89	0.43
25. Taladro manual	80	0.04692
26. Lijadora de trompo	87	1.03
27. Mesa de trabajo 2	81	2.69
28. Troquel electrico	77	5.586
29. Cortadora de lamina	76	0.84
30. Troqueladora	57	7.5

Nota. Elaboración propia.

4.2.1.2.4 Espacios de trabajo

Se puede decir que tener una correcta distribución del espacio en industrias Vicar es fundamental para maximizar su eficiencia y productividad. La metodología SLP (Simulación de Línea de Procesos) puede ser de gran ayuda para lograr una mejor distribución y aprovechamiento de los 673 metros cuadrados de espacio disponible.

Esta metodología permite plantear un modelo lineal y simular el funcionamiento de la planta utilizando herramientas como FlexSim, lo que permitirá visualizar y evaluar diferentes opciones de distribución.

Total, área de producción (m ²):	137.72
Área de trabajo (m ²):	810.83

Tabla 15

Medidas de maquinaria área.

Maquina	Referencia	largo (m)	ancho (m)	alto (m)	Área m2
Taladro de árbol	Tal-01	1.62	0.55	0.67	0.597
Soldador inv 250	Inv-250	0.9	0.7	1.2	0.756
Soldador mig	Mig-01	1	0.8	1.1	0.880
Troqueladora de 50 toneladas	Troq-50	2.5	1.5	2	7.500
Caladora	Cal-01	1.2	0.9	1.5	1.620
Cortadora de metal manual	Cor-01	1.2	0.7	1	0.840
Remachadora neumática	Rem-01	0.7	0.5	0.6	0.210
Colocadora de tuercas	Col-01	0.9	0.6	0.8	0.432
Dobladora de tubos	Dob-01	1.5	1.2	1.5	2.700
Compresor cabezote	Com-01	1.8	1.2	1.6	3.456
Equipo magnum soldador	Ms-200	2.5	1.8	1.5	6.750

Corta tubos	Ct-250	1.77	0.48	0.8	0.680
Pintadora	P-350	2.22	2.71	2.35	14.138
Carreta: referencia	Cr-200	1.6	0.55	0.25	0.220
Sierra de eléctrica	Cb-150	1.77	1.24	0.95	2.085
Taladro de árbol	Ta-100	1.62	0.55	0.3	0.267
Horno	H-300	2.66	2.2	3.1	18.141
Mesa de trabajo 1	ms-001	2.4	1.6	0.7	2.688
Mesa de trabajo 2	ms-002	2.4	1.6	0.7	2.688
Mesa de trabajo 3	ms-003	2.4	1.6	0.7	2.688
Sierra sin fin	Sf-0232	0.45	0.6	1.6	0.432
Lijadora de banda	Lj-034	1.2	0.8	1.4	1.344
Lijadora de trompo	Lt-052	1.34	0.7	1.1	1.032
Secadora	Sc-0934	7	1.5	1.2	12.600
Tanque de lavado	Tq-0923	1.2	0.7	1.2	1.008
Ensambladora	Em-214	2.1	1.4	1.6	4.704

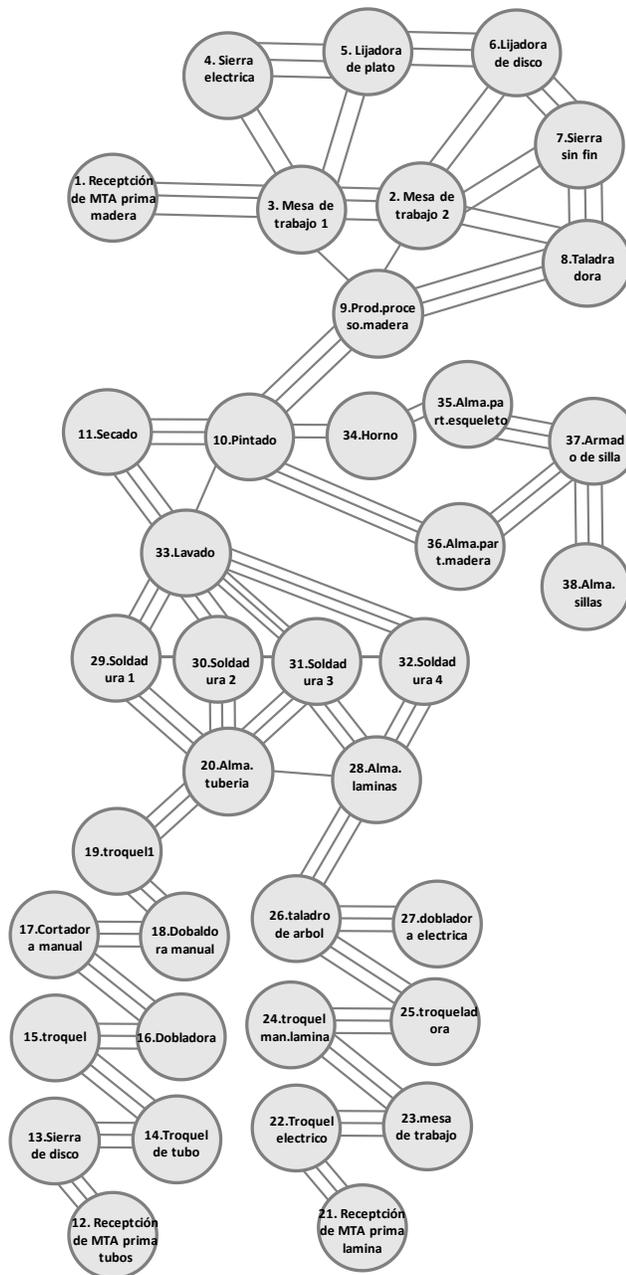
Nota. Elaboración propia.

La reorganización de la planta de producción en Industrias Vicar se llevó a cabo teniendo en cuenta las medidas tomadas y los tiempos establecidos en el análisis anterior, así como los resultados obtenidos en el diagrama de relación de proximidad. Se tuvieron en cuenta diversos factores para establecer la mejor redistribución de la planta, tales como la iluminación, los comentarios de los operarios, las conexiones de corriente, los accesos, los espacios disponibles y la capacidad de movilidad de cada operario. La importancia de estos factores radica en que pueden tener un impacto significativo en la productividad y el bienestar de los trabajadores. Por lo tanto, se buscó lograr una distribución óptima de la planta que permitiera una mejor fluidez de los productos en el proceso de producción y a su vez, un ambiente de trabajo más cómodo y seguro para los operarios.

4.2.1.3 Diagrama relacional de actividades propuesto

Figura 44

Diagrama relacional de actividades

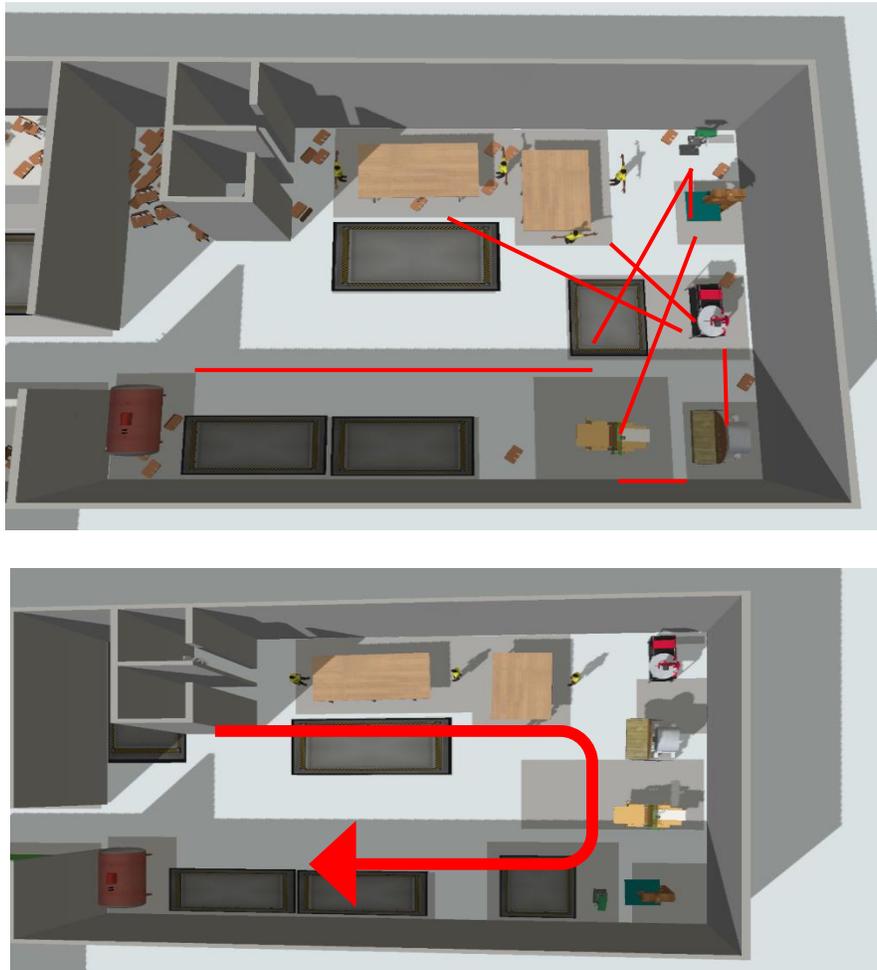


Nota. Elaboración propia.

Se realiza el diagrama de relación de actividades donde se involucra cada parte de proceso y se establece una relación de proximidad en la cual las actividades son continuas y tienen una relación directa, como es el caso del área de maderas, en la siguiente Figura se puede observar el proceso actual donde las relaciones no son claras, vs el método propuesto donde se sigue un patrón en U.

Figura 45

Relaciones entre actividades actual vs propuesto



Nota. Elaboración propia.

El proceso que se está planteado implica mover maquinaria De acuerdo con su proximidad con el proceso inmediatamente posterior o anterior, se plantea mover la siguiente maquinaria, donde algunas como el armado de silla que se realiza en el segundo piso, pasan al primer piso.

Tabla 16

Maquinas movidas

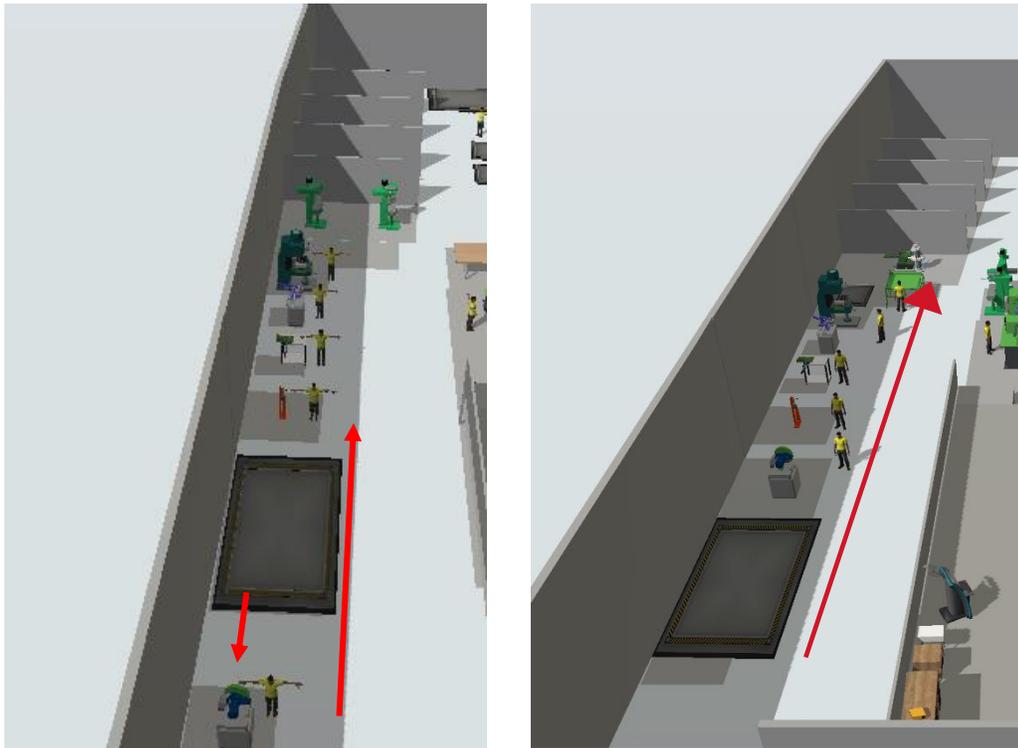
Numero	Maquinas movidas
1	Mesa de canto y armado de silla
2	Mesa de trabajo 1
3	Dobladora electrica_2
4	Taladro de árbol
5	Cortadora manual
6	Troquel_2
7	Troquel_1
8	Dobladora manual_2
9	Dobladora manual
11	Sierra de disco
12	Pintura
13	Lijadora de disco
14	Lijadora de plato
15	Sierra eléctrica
16	Sierra sin fin
17	Taladradora

Nota. Elaboración propia.

Estas máquinas que fueron propuestas para ser redistribuidas se dan De acuerdo con seguir un proceso continuo, y más lineal.

Figura 46

Área de cortado de tubería actual vs propuesto



Nota. Elaboración propia.

En la Figura anterior se observa como el proceso de almacenado de tuberías que antes se encontraba posterior a la sierra de disco, ahora es el primer paso en el proceso, esto establece una distribución continua y sin retrocesos. En la siguiente tabla, se especifica los lugares o zonas en las cuales se almacena materia prima y las cuales se recomendó mover

de lugar, para aprovechar espacios donde antes había materia prima desperdiciada o material en proceso que no está siendo aprovechado.

Tabla 17

Almacenamientos establecidos

Numero	Almacenamientos establecidos
18	Almacén entrada madera para asiento
19	Espera de Esqueleto Finalizado
20	Espera de Partes de madera finalizadas
21	Espera sillas completadas
22	Almacén entrada de tubería
23	En proceso maderas
24	Almacén entrada de lamina

Nota. Elaboración propia.

4.3 Validar el modelo propuesto a través de experimentación computacional y su viabilidad económica.

4.3.1 Modelar la situación actual

Para el desarrollo de la situación actual, se llevó a cabo el proyecto enfocado en la optimización de la distribución de planta en Industrias Vicar, utilizando el software FlexSim. Este programa, reconocido como uno de los más efectivos en el modelado de simulación, permitió una visualización exhaustiva, análisis y mejora de los procesos

existentes y propuestos en la empresa. La tecnología de FlexSim consiste en desarrollar un diseño de eventos discretos en tres dimensiones, lo que permitió ejecutar diversas pruebas y tomar en cuenta variabilidad en distintos escenarios, con el objetivo de encontrar una solución óptima para la optimización de los procesos.

En este proyecto se realizó un modelamiento exhaustivo de la situación actual de la distribución de la planta de Industrias Vicar, con el fin de comparar el porcentaje de inactividad y el tiempo promedio de permanencia de los operarios durante el transporte de materiales y fabricación de productos. Se encontró que la propuesta de mejoramiento de la distribución de la planta, desarrollada en este proyecto, permitió una optimización significativa del transporte en cada puesto de trabajo, lo que a su vez mejoró el flujo de los materiales en cada proceso. El uso de FlexSim y la implementación de la propuesta de mejoramiento de la distribución de la planta, permitieron a Industrias Vicar obtener una mayor eficiencia en su proceso productivo, reduciendo tiempos y mejorando la calidad de sus productos.

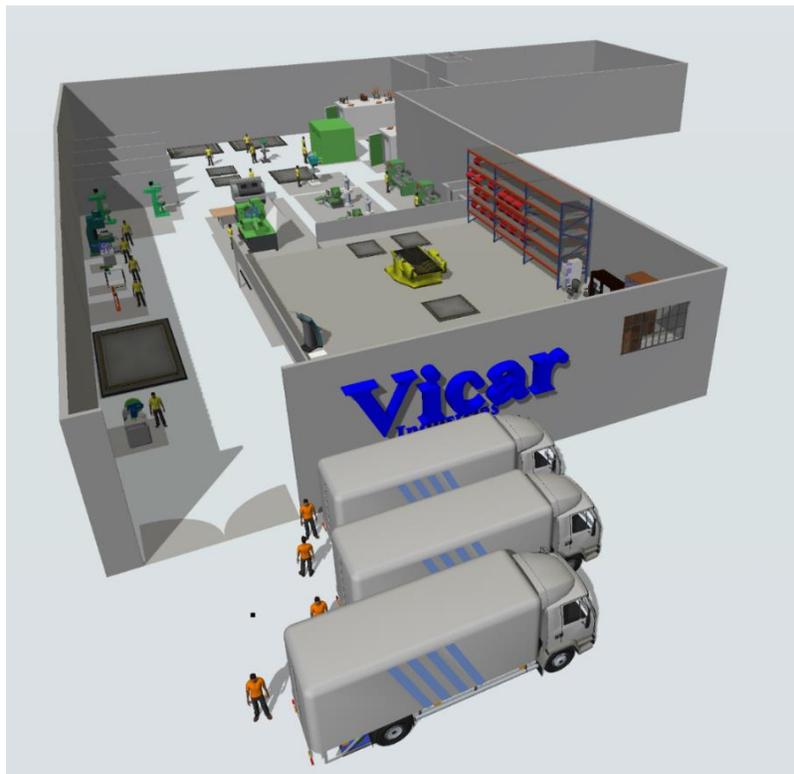
4.3.1.1 Modelo Actual.

En el diseño del modelo actual, se llevó a cabo una recreación en 3D de la distribución de la planta de Industrias Vicar, mediante el programa de simulación FlexSim Software Inc. En este modelo se representaron los diferentes puestos de trabajo con objetos llamados "Processors", los cuales simbolizan las maquinarias utilizadas en el proceso, como sierras, perforadoras y cortadoras, entre otras.

Asimismo, se utilizaron objetos llamados "Queue" para representar los almacenamientos y lugares del producto en proceso. Estos objetos se comunican entre sí a través de "Flowitems", los cuales representan el material que compone la fabricación de la silla. Además, el "Source" es el objeto que inicia la entrada del material a la simulación, mientras que el "Combiner" simboliza la unión de las piezas que conforman la silla. Este diseño nunca ha sido implementado por lo que permitió una mejora en el flujo de materiales y en la optimización de los procesos en la planta de Industrias Vicar.

Figura 47

Simulación actual Industrias Vicar en FlexSim



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 42, se puede apreciar la simulación del proceso de entrada de materia prima en Industrias Vicar. La representación incluye tres camiones que son los “Source” los cuales simbolizan el descargue de cada uno de los materiales requeridos para la fabricación de las sillas universitarias. Estos materiales incluyen láminas de metal para la bandeja de la silla, madera para los brazos, asiento y respaldo, y tiras de tubos que forman el esqueleto de la misma.

Figura 48

Modelo actual Industrias Vicar visa aérea



Nota. Elaboración propia.

Con el plano actual de la empresa Industrias Vicar, se realizó una ubicación de cada maquinaria que está presente el proceso productivo. La Figura 43 muestra el plano detallado y preciso del primer piso, donde cada maquina se encuentra en su ubicación específica y lista para ser utilizada. Además, se han conectado todas las operaciones que se requieren para fabricar una silla de manera eficiente. Así mismo, en la Figura 44, se puede apreciar las conexiones mesarías entre cada maquinaria, así como con sus operarios.

Figura 49

Modelo actual Industrias Vicar conexiones y flujos



Nota. Elaboración propia.

La simulación en Industrias Vicar es una herramienta valiosa que permite una visión detallada y precisa de los procesos de fabricación y almacenamiento en la empresa. En la

segunda planta Figura 45, se puede apreciar una representación virtual del armado de la silla, incluyendo los retos y oportunidades que existen en la actualidad. Uno de estos desafíos es el desperdicio de materia prima en los pisos, que representa un costo importante para la empresa. Además, en la simulación se puede visualizar el almacenamiento de productos que no han sido vendidos o que fueron pagados y nunca recogidos, como estanterías, sillas, escritorios, entre otros. Estos productos ocupan espacio valioso y la empresa debe tomar una decisión sobre su destino, ya sea ponerlos a la venta en pequeñas ventas de garaje o tomar otras medidas. La simulación permite evaluar las opciones y elegir la más efectiva para la empresa, logrando una mejora continua y una optimización de los procesos.

Figura 50

Modelo actual Industrias Vicar segundo piso



Nota. Elaboración propia.

Así mismo, en diferentes lugares se encuentra este desperdicio de materiales, de sillas, espaldares y demás como se muestra en la Figura 46, la presencia de dichas partes puede representar un grave problema para la salud de los empleados, así como un alto riesgo en la empresa dado que puede ocurrir accidentes, e Industrias Vicar tendría que incurrir en gastos no esperados, por no almacenar correctamente sus desechos o sus materiales y productos finales.

Además, la acumulación de desperdicio y productos sin vender también puede generar una mala imagen para la empresa, afectando su reputación y credibilidad en el mercado. Por ello, es fundamental que se adopten medidas efectivas para la gestión adecuada de estos materiales y productos, incluyendo la implementación de sistemas de almacenamiento seguros y eficientes para minimizar los riesgos y maximizar la eficiencia de la empresa.

Figura 51

Modelo actual vista del horno



Nota. Elaboración propia.

Continuando con el proceso de armado de la silla en las diferentes etapas de proceso, podemos identificar que la fabricación no era lineal. En un área específica, como se puede ver en la Figura 47, donde se encuentra el departamento de maderas, se fabrican los componentes principales de la silla, tales como el espaldar, el brazo y el asiento, siguiendo procesos similares, con ligeras variaciones en los patrones de corte.

Sin embargo, cada etapa del proceso requiere la utilización de diferentes máquinas, lo que resulta en un recorrido extenso para el operario, que tiene que moverse constantemente entre ellas. Esto puede generar ineficiencias y disminuir la productividad de la empresa, algo que Industrias Vicar debe tener en cuenta en su planificación futura y considerar posibles soluciones que puedan optimizar el proceso y mejorar la eficiencia.

Figura 52

Modelo actual departamento de madera



Nota. Elaboración propia.

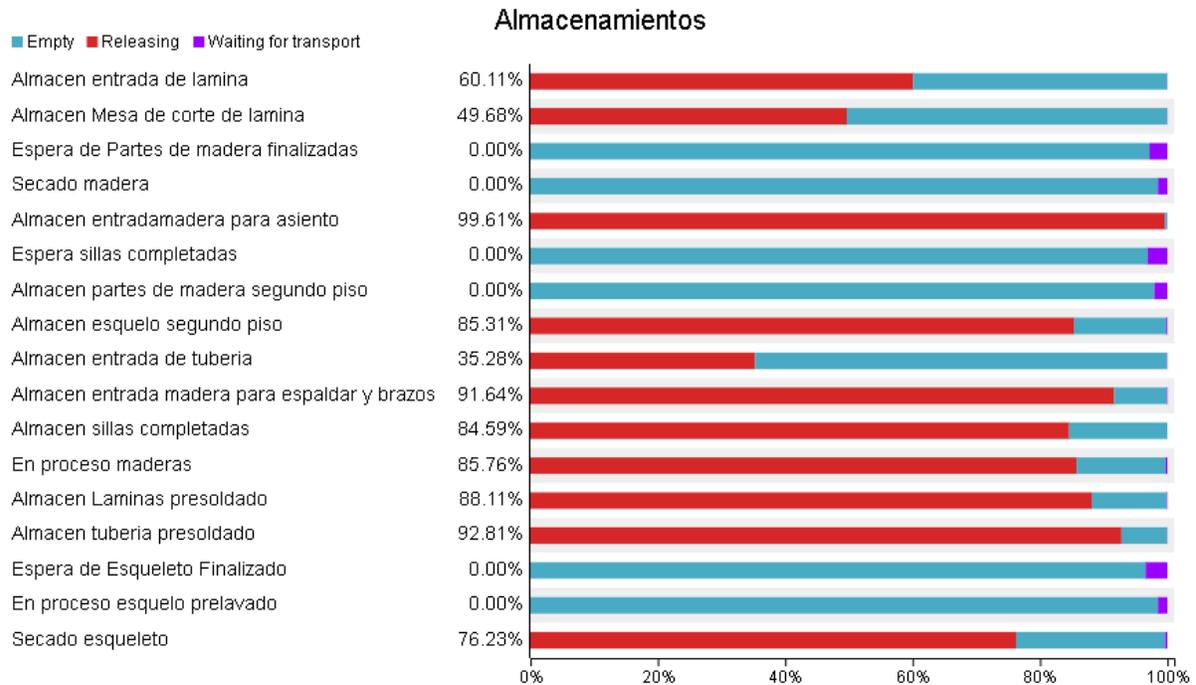
De igual modo y haciendo uso de las estadísticas y medidas que tiene el Software de simulación FlexSim, se obtuvieron datos de maquinaria, de los operarios y de los combinadores que pertenecen a las partes del armado de la silla o de la unión de piezas.

Así mismo, se procedió con el análisis de los datos para las zonas del almacenamiento, o de los puntos en los cuales el proceso está en espera, donde se pudo identificar que especialmente las zonas de espera están vacías un 0%, lo que indica que siempre están llenas, a la espera de que un operario realice el traslado de la materia en proceso.

Este escenario evidenció la falta de organización y la pérdida de tiempo por acumulación de material en proceso, lo que puede generar cuellos de botella en el flujo del proceso, afectando el rendimiento y eficiencia de la producción.

Además, la falta de espacio también puede aumentar el tiempo de espera de los operarios y retrasar el proceso productivo. La espera prolongada puede generar estrés y cansancio en los operarios, lo que puede afectar su rendimiento y aumentar la probabilidad de cometer errores.

Así mismo, en la Figura 48, se puede observar cómo la simulación en Industrias Vicar permitió identificar estos problemas y buscar soluciones eficaces para mejorar la organización y el rendimiento en la empresa

Figura 53*Modelo actual análisis de almacenamientos*

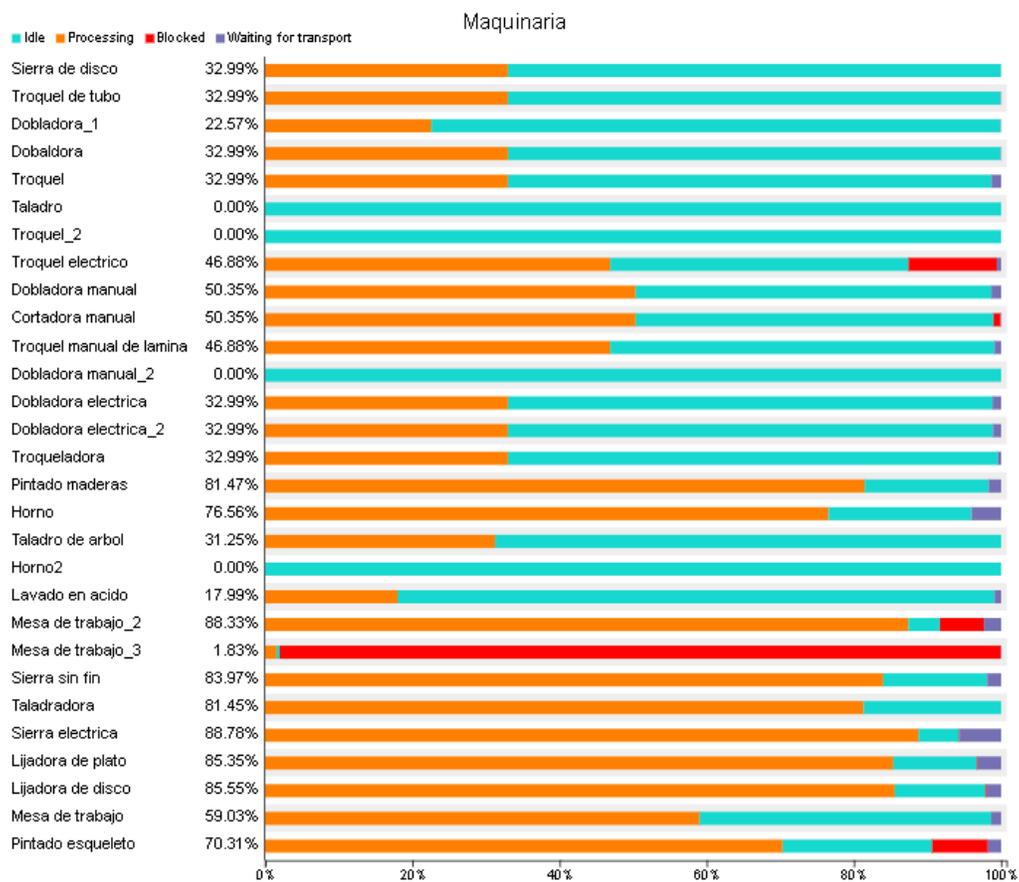
Nota. Elaboración propia.

Para optimizar la eficiencia en Industria Vicar se realizó un análisis profundo a cada una de las máquinas, con el fin de identificar los cuellos de botella que impiden un mejor desempeño. Con base en los resultados obtenidos, se concluyó que la mesa de trabajo No. 3 se encontraba mayormente bloqueada o sin uso, por lo cual se requiere una redistribución de los recursos, de tal forma que se evite el movimiento innecesario de materia prima entre las distintas máquinas, mejorando así la eficiencia. Por otro lado, se determinó que el troquel eléctrico se encontraba en estado bloqueado, debido a que se le estaba asignando una cantidad excesiva de trabajo, provocando una sobrecarga en la máquina. Para mejorar

la productividad, se requiere una planeación adecuada de los procesos, de tal forma que se eviten los cuellos de botella y se maximice el uso de los recursos.

Figura 54

Modelo actual análisis de maquinaria



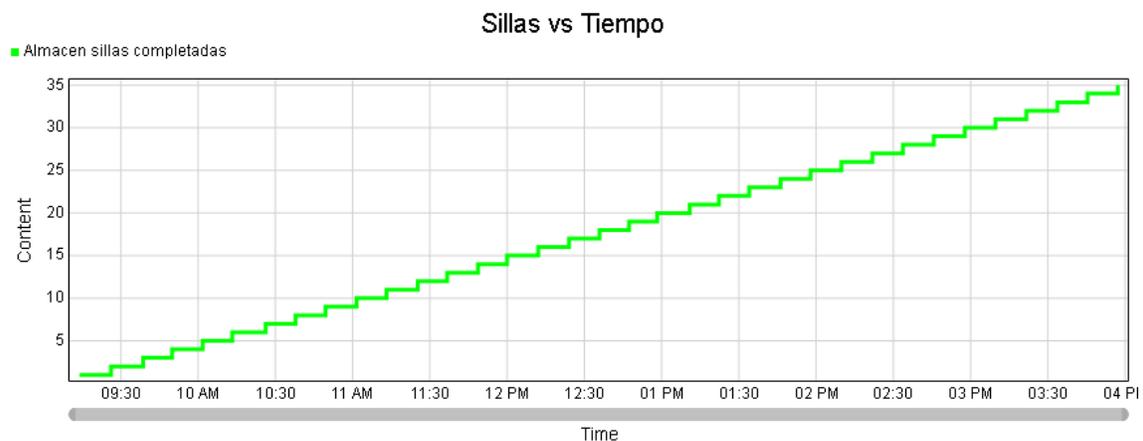
Nota. Elaboración propia.

Finalmente, se analizó la cantidad de sillas fabricadas frente a la cantidad de tiempo empleado, donde se tuvo en cuenta un tiempo de 8 horas laborales por día, en el periodo de

8:00am a 4:00pm corridas, ya que el horario real es de 8:00am a 6:00pm y se descontaron las dos horas de almuerzo para simular un trabajo corrido. En la Figura 50, se puede observar cómo, desde 9:00am empiezan a generar los primeros productos terminados, sillas completamente armadas, lo que indica que, durante el proceso de descarga de la materia prima, la espera a transporte de la materia prima, el tiempo en que se empieza a organizar la maquinaria, prender los dispositivos y demás, transcurre aproximadamente una hora. Finalmente, cuando se culmina el horario laboral se han producido un total de 35 sillas, lo que indica una producción diaria promedio de entre 35 sillas por día aproximadamente, lo que es un dato importante para determinar el rendimiento y la eficiencia del proceso productivo.

Figura 55

Modelo actual análisis de sillas vs tiempo

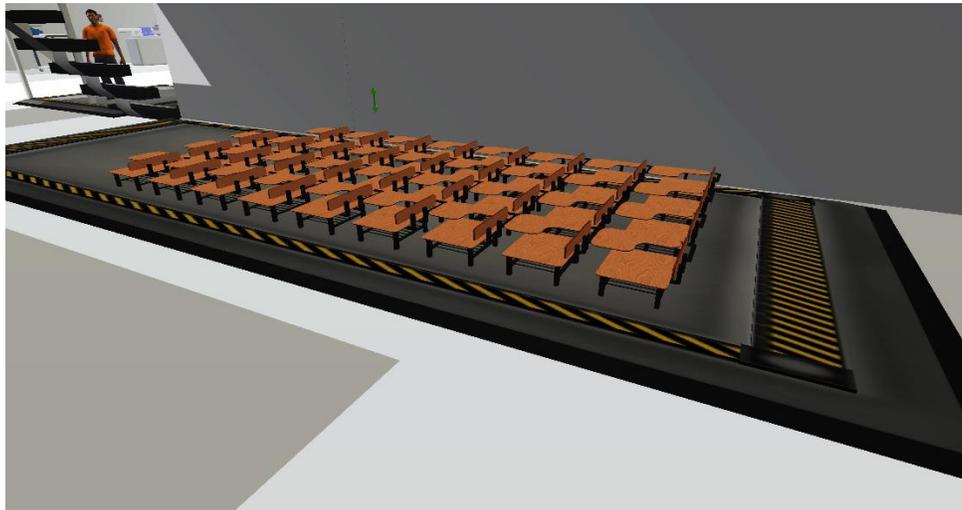


Nota. Elaboración propia.

Así mismo, en la Figura 51 se observa el almacenamiento final de las sillas, las cuales son organizadas en la primera planta frente a la entrada de la empresa, para su fácil despacho.

Figura 56

Modelo actual vista de producto terminado



Nota. Elaboración propia.

4.3.2 Modelar de la propuesta de mejora

En el modelo de mejora propuesto se utilizó la metodología SLP, que busca mejorar la eficiencia de los procesos de producción mediante la identificación y eliminación de tiempos improductivos y la reorganización del flujo de trabajo. Se movieron las máquinas y equipos en la simulación con el objetivo de lograr un proceso lineal, es decir, que las

operaciones sucedan en secuencia y sin interrupciones, minimizando los tiempos de espera y mejorando la eficiencia en la producción.

El uso de la metodología SLP permitió identificar las operaciones que requerían mayor tiempo y optimizarlas mediante la reubicación de las máquinas, como en el caso de la mesa de canto y armado de silla, que se bajó del segundo piso para realizar el proceso de ensamble en el primer piso.

De esta manera, se logró un flujo eficiente en la producción de sillas, lo que resultó en un aumento de la producción de 53 sillas por día en comparación con las 35 sillas por día previas a la implementación de la metodología SLP, esto es un aumento de la producción de hasta un 51.43 % que representa a futuro mayores ganancias para la empresa. En la tabla X y en la tabla 11 se puede observar los cambios realizados.

Tabla 18

Cambios modelo actual vs propuesto (Maquinaria)

ID	Maquina	Observaciones
1	Mesa de canto y armado de silla	Se baja del segundo piso para realizar el proceso de ensamble en el primer piso
2	Mesa de trabajo 1	Se cambia la mesa de trabajo 1, moviéndola atrás del Troquel eléctrico
3	Dobladora electrica_2	Se mueve la Dobladora electrica_2 quedando al lado de Troquel manual de lamina
4	Taladro de árbol	Se mueve el Taladro de árbol para quede en línea con la Troqueladora
5	Cortadora manual	Se mueve para que el proceso sea lineal con el Troquel de

		tubos
6	Troquel_2	Se mueve al frente en la posición que antes era de la Mesa de trabajo 1
7	Troquel_1	Se mueve al frente en la posición que antes era de la Mesa de trabajo 1
8	Dobladora manual_2	Se mueve a la posición anterior de la cortadora manual, por no estar en uso
9	Dobladora manual	Pasa a la posición que antes era del troquel 1 y 2
11	Sierra de disco	Se mueve adelante del almacenamiento para que el proceso sea lineal
12	Pintura	Se mueve atrás de la fábrica para que no afecte a los trabajadores en el proceso de pintado y no obstaculice la entrada al área de maderas
13	Lijadora de disco	Se mueve de posición para que el proceso sea lineal
14	Lijadora de plato	Se mueve de posición para que el proceso sea lineal
15	Sierra eléctrica	Se mueve de posición para que el proceso sea lineal
16	Sierra sin fin	Se mueve de posición para que el proceso sea lineal
17	Taladradora	Se mueve de posición para que el proceso sea lineal

Nota. Elaboración propia.

Además de los cambios en la ubicación de las máquinas, también se llevó a cabo una reorganización en los lugares de almacenamiento de materia prima y espera del producto en proceso. Se buscó optimizar el uso del espacio y aprovechar áreas que antes se encontraban desperdiciadas, como los restos de materiales, productos terminados y otros elementos.

Estos cambios permitieron una mejor gestión de la materia prima y una mayor eficiencia en la producción, ya que la materia prima que se encontraba en espera podía ser procesada de manera más rápida y eficiente. Al mismo tiempo, se logró una reducción en el desperdicio de materiales y se mejoró la organización en general.

Tabla 19*Cambios modelo actual vs propuesto (Almacenamientos)*

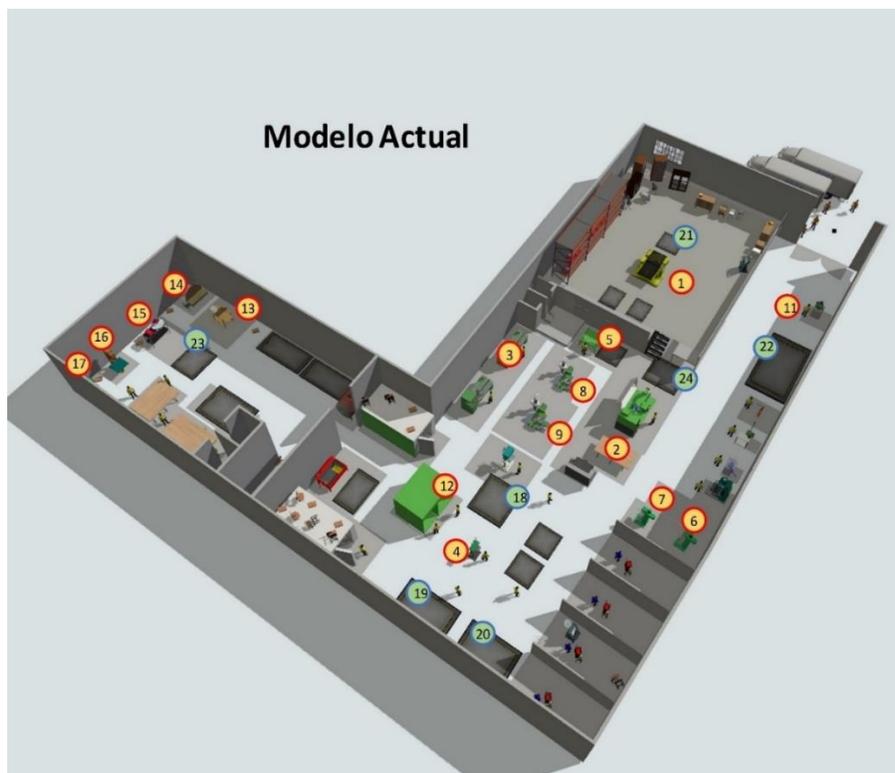
ID	Almacenamientos	Observaciones
18	Almacén entrada madera para asiento	Se mueve del lugar cercano a pintura, y se pasa al área de maderas donde hay espacio atrás de los baños
19	Espera de Esqueleto Finalizado	Pasan a la posición que antes era de la Dobladora electrica_2, al lado de los baños para que este junto al armado de la silla
20	Espera de Partes de madera finalizadas	Pasan a la posición que antes era de la Dobladora electrica_2, al lado de los baños para que este junto al armado de la silla
21	Espera sillas completadas	El almacenamiento de las sillas se baja del segundo piso, y se coloca al lado de las escaleras donde antes estaba la Cortadora manual
22	Almacén entrada de tubería	Se mueve hacia atrás para que el proceso comience linealmente.
23	En proceso maderas	Pasa al lado de la Taladradora para que el proceso sea lineal
24	Almacén entrada de lamina	Se mueve de donde estaba dado que obstaculizaba el paso y se posiciona debajo del segundo piso

Nota Los almacenamientos no implican costos, dado que son los lugares donde se almacenaría el material.

Así mismo, en la Figura 52 se puede ver la simulación realizada con números de identificación de aquellas maquinas o lugares de almacenamientos que fue movido de su lugar, donde los círculos de color verde representan almacenamientos y en amarillo la maquinaria.

Figura 57

Marcación de cambios en el modelo actual



Nota. Elaboración propia.

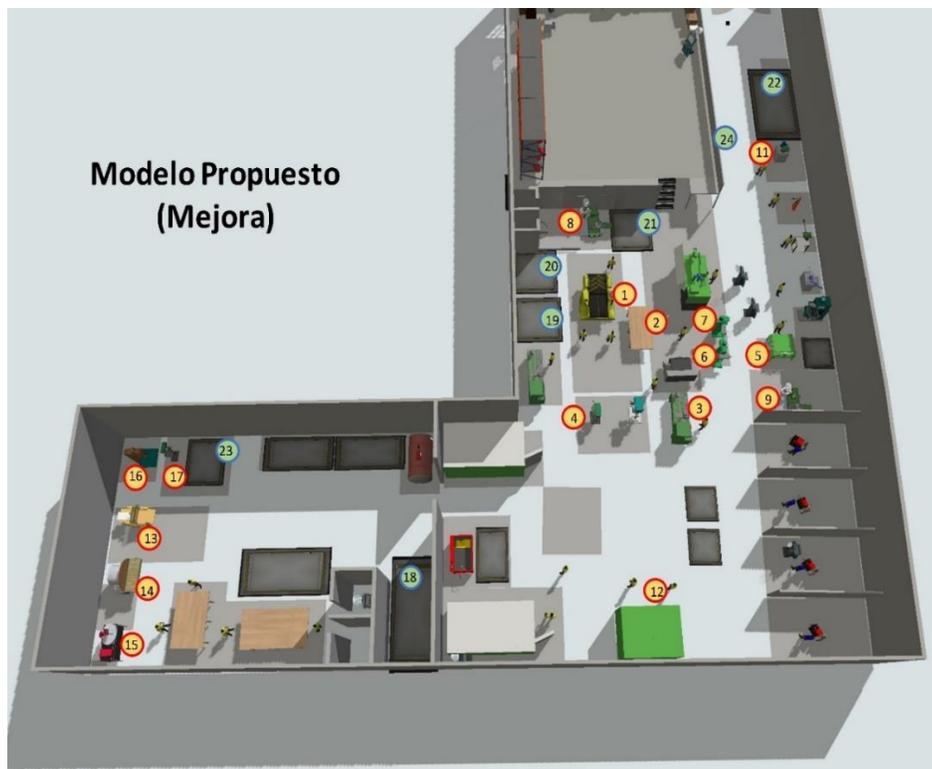
En la Figura 53 se puede apreciar el nuevo sistema de distribución implementado en la empresa. Se optó por trasladar el proceso de armado de la silla desde el segundo piso al primer piso, ya que esto permitiría reducir los largos recorridos y el desafiante tránsito a

través de las máquinas en el segundo piso debido a la falta de espacio. Además, el armado en la primera planta sería más eficiente debido a la reducción de movimientos necesarios.

También se tuvo en cuenta la opinión de los operarios, quienes mencionaron que el área de pintado afectaba su trabajo debido a su cercanía con el resto del proceso. Se decidió realizar una reorganización en la distribución teniendo en cuenta estas recomendaciones y la experiencia de los trabajadores, para lograr un proceso más fluido y eficiente en la empresa.

Figura 58

Marcación cambios modelo propuesto



Nota. Elaboración propia.

Así mismo, el modelo de mejora propuesto incluye la reorganización del área de maderas con el objetivo de optimizar el proceso productivo, Figura 54. La sierra eléctrica fue ubicada junto a las mesas de trabajo para que sea la primera máquina en ser utilizada y cortar las partes trazadas en las mesas de trabajo. Además, se organizaron las demás máquinas juntas para garantizar un flujo constante de materia prima.

Por otro lado, se realizó una mejora en la zona de descargue de materia prima. Se despejó la parte trasera de los baños, que antes albergaba residuos de materiales, para crear una zona de descargue eficiente. La mejora en la zona de descargue de materia prima es un aspecto clave para el correcto funcionamiento del proceso productivo. Una zona de descarga eficiente puede contribuir a la reducción del tiempo y costos de producción, ya que se facilita la entrada de los materiales y su posterior traslado a la zona de almacenamiento. Además, al mantener un área de descarga libre de residuos y desechos, se mejora la calidad de los materiales recibidos, evitando así la contaminación y los problemas de salud asociados.

Esta reorganización permitirá una mayor eficiencia en el proceso productivo, lo que puede tener un impacto positivo en la calidad y la cantidad de producción. Es importante destacar que estas mejoras fueron implementadas teniendo en cuenta las recomendaciones y la experiencia de los operarios, lo que asegura su éxito y aceptación por parte de ellos. La importancia de considerar la opinión y experiencia de los operarios en la implementación de mejoras no puede ser subestimada. La participación de los trabajadores puede ayudar a

identificar las necesidades y deficiencias del proceso productivo, así como a proponer soluciones viables y efectivas

Figura 59

Modelo propuesto departamento de maderas



Nota. Elaboración propia.

Seguidamente, en la nueva disposición del modelo de mejora, se relocizó el puesto de armado de la silla a un área cercana a los baños, Figura 55. La ubicación anterior de las máquinas que no se utilizaban permitió una mayor eficiencia en el transporte de la materia prima y un mayor espacio para la movilidad de los operarios entre las máquinas.

El armado de la silla en el primer piso reduce los recorridos y esfuerzos requeridos, ya que se evita el traslado de las sillas desde el segundo piso. Solo el producto final se transporta hasta el almacenamiento desde el primer piso, lo que resulta en un proceso más eficiente y sin necesidad de realizar esfuerzos adicionales. La relocalización también puede mejorar la seguridad en el trabajo, al evitar lesiones relacionadas con el manejo repetitivo en la fabricación de sillas.

Figura 60

Modelo propuesto primera planta armada de la silla



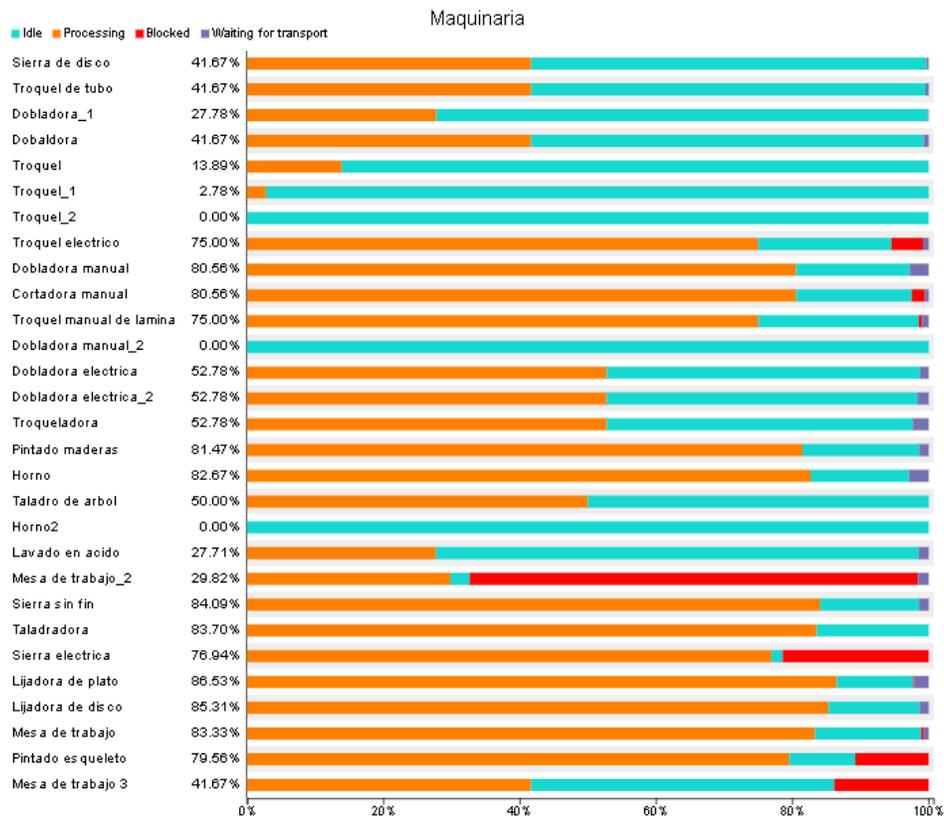
Nota. Elaboración propia.

De igual modo, Para evaluar el rendimiento del proceso de producción, se utilizó el Software FlexSim para recopilar datos estadísticos. Estos resultados se visualizaron mediante gráficos que muestran el comportamiento de las máquinas y las diferentes etapas del proceso. En la Figura 56, se puede apreciar que la mayoría de las máquinas están en

pleno funcionamiento. Además, las mesas de trabajo 2 y 3 en el área de maderas fueron optimizadas para que trabajen en conjunto, lo que resultó en una reducción significativa de los tiempos de espera. La optimización se logró mediante la ubicación de estas mesas cerca de la sierra eléctrica, lo que permitió un flujo constante de materiales.

Figura 61

Modelo propuesto rendimiento de maquinaria



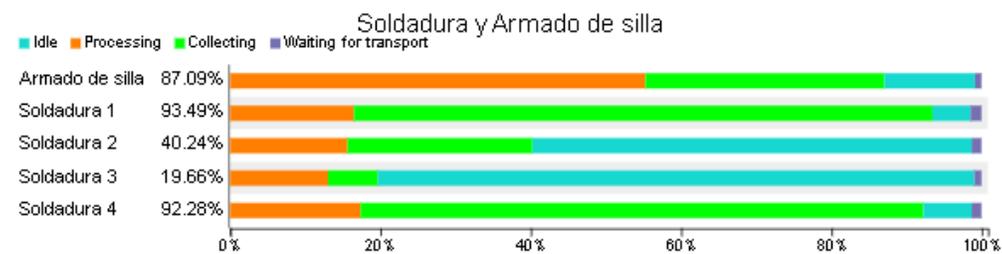
Nota. Elaboración propia.

Igualmente, el área de soldadura y armado de la silla como se puede observar en la Figura 57 y la Figura 58, en el modelo actual, el armado de la silla se encontraba en un

61.68% procesando, esto debido a que los operarios trasportaban la materia prima del primer piso hasta el segundo piso, y ese proceso requería un tiempo prolongado, lo que generaba del armado un proceso más lento, así mismo hay un ligero aumento en el proceso de soldadura dada la reorganización de las máquinas, puesto que ahora el proceso es más lineal y evita tramos largos e innecesarios.

Figura 62

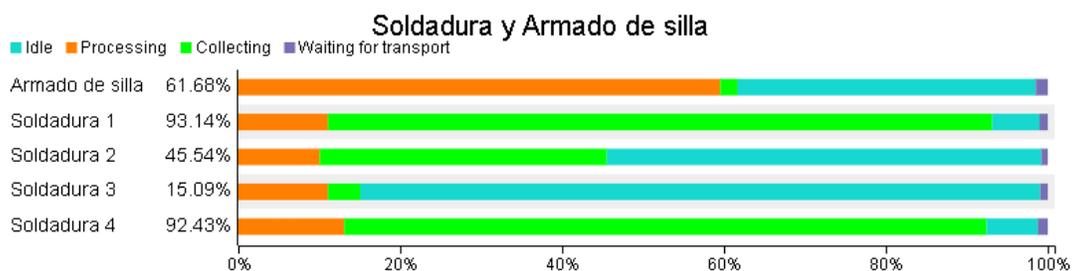
Modelo propuesto análisis áreas de ensamble



Nota. Elaboración propia.

Figura 63

Modelo actual análisis de áreas de ensamble



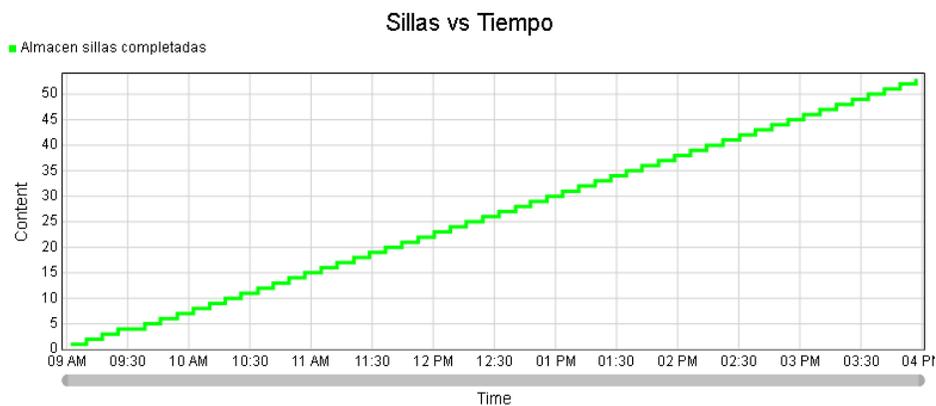
Nota. Elaboración propia.

Finalmente, los cambios en la organización y la reestructuración de la maquinaria han tenido un impacto positivo en la producción de sillas. Se ha logrado un aumento del 51.43% en la productividad y despacho de sillas, lo que se traduce en una producción diaria de 53 sillas/día. Esto no solo reduce los tiempos de entrega, sino que también aumenta las ganancias para la empresa. Además, la Figura 59 muestra la cantidad de sillas terminadas por hora durante el día laboral, ilustrando el impacto positivo de los cambios implementados en la producción.

Es importante destacar que estos resultados se lograron a través de un enfoque en la eficiencia y la optimización del proceso productivo. La reorganización de la maquinaria permitió un flujo de trabajo más lineal, reduciendo los tiempos de carga y descarga de materias primas, y aumentando la eficiencia en la soldadura y el armado de las sillas. Estos factores combinados contribuyeron al aumento en la productividad y despacho de sillas.

Figura 64

Modelo propuesto sillas vs tiempo



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 60 se puede observar el proceso finalizado, donde se almacenan todas las sillas terminadas.

Figura 65

Área del almacenamiento de producto final



Nota. Elaboración propia.

4.3.3 Analizar la viabilidad económica

Para analizar la viabilidad económica, se consolidaron los gastos directos e indirectos de la fábrica Industrias Vicar.

De acuerdo la propuesta realizada, la cual tiene un incremento de 18 unidades por turno laborado (8 horas), y con los costos de materia prima por unidad producida se obtienen las proyecciones para 1 año, según la capacidad que puede producir la compañía.

Tabla 20

Costos de materia prima

Materia prima	Consumo anual	Costo x cant de consumo	Costo total
Fabricación de 1 silla	12720	\$ 51,447	\$ 654,405,840

Nota. Elaboración propia.

Tabla 21

Gastos fijos Industrias Vicar

Servicio	Costo anual
Agua	\$ 9,600,000
Luz	\$ 36,000,000
Internet	\$ 6,000,000
Gas	\$ 180,000
Teléfono	\$ 3,600,000
	\$ 55,380,000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 22*Gastos de nomina*

NOMINA	
Neto a pagar	\$ 42,544,000
Seguridad social	\$ 9,081,504
Presta. sociales y vacaciones	\$ 9,503,358
Parafiscales	\$ 3,888,000
Total mensual	\$ 65,016,862
Total anual	\$ 780,202,344

Nota. Elaboración propia.

Tabla 23*Total de costos*

COSTOS TOTALES	
Materia Prima	\$ 654,405,840
Servicios	\$ 55,380,000
Nomina	\$ 780,202,344
Depreciación	\$ 7,200,000
	\$ 1,497,188,184

Nota. Elaboración propia.

Para llevar la ejecución de lo propuesta mediante este proyecto, se realizaron cotizaciones y se escogió la mejor opción (Ver Anexo E).

Tabla 24*Cotizaciones por movimiento de maquinaria*

Movimientos Maquinaria		
Cotización 1	\$	72,900,000
Cotización 2	\$	85,450,000

Nota. Elaboración propia.

Para la realizar el retorno de inversión, utilizamos la fórmula de la ROI (Retorno de Inversión) ya que es la forma financiera de conocer la utilidad obtenida en relación con la inversión a realizar.

$$ROI = \frac{Ganancia - Inversión}{Inversión}$$

Tabla 25*Consolidado de gastos e ingresos*

Consolidado		
Valor por Unidad	\$	125,000
Costos Totales	\$	1,497,188,184
Ingresos	\$	1,590,000,000
Ganancia	\$	92,811,816
Inversión	\$	72,900,000

Nota. Elaboración propia.

$$ROI = \frac{92,811,816 - 72,900,000}{72,900,000} = 0,2732$$

El retorno de inversión (ROI) es del 27,32%, es decir la fábrica Industrias Vicar tendrá un beneficio en el incremento de su rentabilidad. Así mismo si se tiene en cuenta que un 40% de las ganancias anuales sean dirigidas para el retorno de la inversión, el tiempo requerido para recuperar la misma sería de aproximadamente 2 años.

Conclusiones

En el análisis actual de la empresa se identifica que los tiempos empleados para fabricar una silla son de 13.7 minutos, lo que da como resultado una producción de 35 sillas por día, representando una producción bastante deficiente.

Se identifica altos volúmenes en el desperdicio de materia prima, falta de un sistema de gestión de inventarios, distancias recorridas por los operarios muy elevadas e ineficiente espacio para el tránsito de materia prima o de los empleados.

La propuesta de distribución de planta resultó en el aumento en la producción de sillas universitarias, pasando de 35 sillas por día a 53 sillas por día, lo que representa un aumento del 51,43%.

La utilización de herramientas y software como FlexSim y la Metodología SLP, resultó ser de gran ayuda en la identificación visual sobre el funcionamiento de la empresa, y posibles puntos de mejora.

El desarrollo de la propuesta de distribución de planta en Industrias Vicar permitió mejorar las pérdidas en materias primas, los recorridos innecesarios y se logró optimizar los procesos de producción de 13 minutos por silla a 9 minutos, esto es una disminución del 18.52%.

La inversión propuesta de \$72,900,000 de pesos colombianos es viable y rentable. El retorno de inversión del 27,32% demuestra que la inversión se recuperará en un plazo aproximado de 2 años y que la empresa obtendría beneficios.

Recomendaciones

Se recomienda que Industrias Vicar implemente la propuesta de distribución de planta, ya que esto permitirá mejorar la productividad de la empresa de manera significativa, ya que producirá 18 unidades más, teniendo un aumento en los ingresos de producción de sillas universitarias.

Se sugiere establecer un sistema de gestión de inventario, la implementación de este permitirá controlar y optimizar el uso de las materias primas, evitando pérdidas y sobre costos.

Se aconseja establecer proceso de retroalimentación con los clientes, la implementación de un sistema de retroalimentación con los clientes permitirá conocer sus necesidades y expectativas, lo que permitirá mejorar la calidad de los productos y la satisfacción del cliente.

Se recomienda a Industrias Vicar utilizar herramientas como simuladores de producción, tales como FlexSim, con el fin de identificar futuros puntos de mejora en el proceso productivo. La utilización de estas herramientas permitirá a la empresa tener una visión más clara y detallada de los procesos productivos, lo que permitirá identificar posibles ineficiencias y oportunidades de mejora para optimizar su desempeño.

Se aconseja actualizar la planeación estratégica de Industrias Vicar, teniendo en cuenta su factor de crecimiento empresarial.

Se recomienda innovación en el diseño y desarrollo de sus productos e implementación de materiales amigables con el medio ambiente, con el fin de captar nuevos clientes, aumentar costos, etc.

Se aconseja realizar alianzas con entidades Universitarias con el fin de implementar mejoras en los procesos de forma técnica, bajo metodologías y conocimientos previos que evitan ejecutar acciones empíricas.

Se recomienda implementar metodología 5S, para administrar de la mejor manera los recursos necesarios, mantener un orden y disciplina en las actividades diarias las cuales permiten incrementar la productividad.

Bibliografía

- Arredondo Pizarro, A. E. y García Ramírez, J. A. (2019) *Estudio de métodos, tiempos, diseño de puestos de trabajo y distribución de planta en la línea de producción de la empresa Trazas Ingeniería S.A.S.* [Tesis de Posgrado, Universidad Tecnológica de Pereira] <https://repositorio.utp.edu.co/items/f388a69a-8300-4604-b712-1ea8fabe1b59>
- American Society of Mechanical Engineers. (1996). Turbo Asia Conference. *International Gas Turbine Institute*
- Canabal, Rosmery, Cabarcas, Amaury, y Martelo, Raúl J. (2017). Aplicación de un Esquema de Arquitectura Empresarial (TOGAF) para una Pequeña Empresa (PYME) utilizando Aplicaciones Colaborativas de Google. *Información tecnológica*, 28(4), 85-92. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000400011>
- Canchon Bocanegra, N. Y. y Castillo Castiblanco, J. D. (2019) *Distribución en planta y logística de inventarios para sistemas de embrague en el clutch de Colombia s.a.s* [Tesis de Posgrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas] <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/22466>
- Chacón Ortega, E. A. (2018) *Estudio de métodos y tiempos en la Comercializadora Herluz S.A.S en la Ciudad de San José de Cúcuta* [Tesis de Posgrado, Universidad Libre Seccional Cúcuta] <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/11759>
- Chase, R., Jacobs, R. y Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. McGraw-Hill

- Chávez Guzmán, E. A. y Guzmán Domínguez, J. J. (2021) *Propuesta de mejora en el área de producción y distribución para reducir los costos operativos en la línea de pollo beneficiado en la empresa Chimu Agropecuaria S.A* [Tesis de Posgrado, Universidad Privada del Norte] <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29036>
- Contreras Parra, M. F. (2017) *Diseño de la nueva planta de producción de sillas para Multiproyectos S.A* [Tesis de Posgrado, Universidad Libre] <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17784>
- Dávalos Arregui, P. G. y Álamo López, B. (2021) *Redistribución de Planta Para Incrementar la Productividad en El Área de Producción de la Empresa Tamales Doña Rosa S.A.C* [Tesis de Posgrado, Universidad Andina del Cusco] <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4176>
- Davis, Mark M, Aquilano, Nicholas J. (2007) *Fundamentos de dirección de operaciones*. Mc Graw Hill
- Domínguez, J., A. (1995). *Dirección de Operaciones, Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. Mc Graw Hill
- Duero Guevara, W. y Solís Torres, J. D. (2020) *Propuesta de diseño de distribución en planta para el sistema productivo de una empresa metalmecánica contra pedido. Caso: empresa FB Ingeniería Y Estructuras*. [Tesis de Posgrado, Universidad Autónoma de Occidente] <https://red.uao.edu.co/handle/10614/12597>
- Guerrero Rueda, J. C. y Castilla Nova, P. H. (2020) *Elaboración de una propuesta de mejoramiento del proceso de Molienda en la empresa arcillas castilla del municipio del Zulia, Norte de Santander*. [Tesis de Posgrado, Universidad de Santander] <https://catalogo.udes.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45098>

- Hall Robert, W. (1986). *Attaining Manufacturing Excellence*. McGraw-Hill
- Heizer, J. y Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones, Decisiones estratégicas*. Pearson Educación
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta edición. México D.F.: Mc Graw Hill
- Hitoshi Kume; Eloísa Vasco; Daniel Tarquino. (1992). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Grupo Editorial Norma, S.A
- Houben, G., Lenie, K., y Vanhoof, K. (1999). A Knowledge-based SWOT-analysis system as an instrument for strategic planning in small and medium sized enterprises. *Decision Support Systems*, [https://doi.org/10.1016/S0167-9236\(99\)00024-X](https://doi.org/10.1016/S0167-9236(99)00024-X)
- Hodson, WK. (2001). *Manual del Ingeniero Industrial*, Mc Graw Hill.
- Mariño Ibáñez, Amparo, Cortés Aldana, Félix Antonio, y Garzón Ruiz, Luís Alejandro. (2008). Herramienta de software para la enseñanza y entrenamiento en la construcción de la matriz DOFA. *Ingeniería e Investigación*, 28(3), 159-164. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092008000300023&lng=en&tlng=es.
- Ishikawa, K. (1997). *¿Qué es el control total de calidad?* Grupo Editorial Norma, S.A
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. International Labour Organization
- Kangas, J., Kurttila, M., Kajanus, M., y Kangas, A. (2003). Evaluating the management strategies of a forestland estate—the S-O-S approach. *Journal of Environmental Management*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2003.09.010>

- Kazukiyo, K. (1991). *El Mejoramiento de la Productividad en el Sector Público*. Revista Clad
- Meyers, Fred E. (2000) *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura gil*. Pearson Educación
- Meyers, Fred E. y Matthew P. S. (2006). *Diseño de instalaciones de manufacturera y manejo de materiales*. Pearson Educación
- Muther, R. (1970). *Distribución en planta*. Hispano Europea
- Muther, R. (1981). *Distribución en Planta*. Hispano Europea
- Muñoz Negrón, David. (2009). *Administración de operaciones: Enfoque de Administración de procesos de negocios*. Cengage Learning
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. Mc Graw Hill
- Niebel, Benjamín W. (1996). *Ingeniería industrial: Tiempos, métodos y movimiento*. Edición Alfa omega
- Niebel B. W., Freivalds A. (2009). *Ingeniería Industrial, Métodos estándares y diseño del trabajo*. Editorial Alfaomega
- Núñez, A. (2014) *Dirección de operaciones, Decisiones tácticas y estratégicas*. Editorial UOC.
- Palacios, L. (2006). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*. Ecoe Ediciones
- Pegden, D. (1990). *Introduction to Simulation Using Siman*. McGraw-Hill
- Pierre, M. (1975). *Distribución en planta*. Ediciones Deusto
- Platas, J. y Cervantes, M. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias*. Grupo Editorial Patria

- Ramírez Carranza, Y. M. y Vega Ramírez, L. (2019) *Distribución de planta para mejorar la productividad en la empresa de calzado Industria Carducci S.A.C, san martín de porres*. [Tesis de Posgrado, Universidad César Vallejo]
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65187>
- Salazar López, B. (junio de 25 de 2019). *Estudio de tiempos*. Ingeniería industrial online.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>
- Sánchez Peña, D. K. (2018) *Distribución de planta para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa pinturas y diluyentes Evan's, Carabayllo*. [Tesis de Posgrado, Universidad César Vallejo]
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22966>
- Salguero Perdomo, M. L. (2003). *Costo de producción*. Impresos Industriales
- Serna Gómez, H. (2008). *Gerencia estratégica, planeación y gestión. Teoría y metodología*. 3R Editores
- Stephens, Matthew P. (2008). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Editorial Pearson
- Thompson, Arthur y Strickland, A.J. (2004), *Administración Estratégica*. McGraw Hill.
- Ugalde, V. J. (1979). *Programación de operaciones*. Universidad Estatal A Distancia
- Resolución 2400 de 1979 [Ministerio de Trabajo y Seguridad Social]. Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. 22 de mayo de 1979.
- Resolución 8312 de 1983 [Ministerio de Salud]. Por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. 4 de agosto de 1983.

Resolución 1208 de 2003 [Ministerio del Medio Ambiente]. Por la cual se dictan normas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire. 5 de septiembre de 2003.

Ley 9 de 1979. Por la cual se dictan Medidas Sanitarias. 24 de enero de 1979. D.O. No. 35308.

Decreto 948 de 1995 [Ministerio del Medio Ambiente]. Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. 5 de junio de 1995. D.O. No. 41876.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1996). *Seguridad En La Soldadura Y Corte* (NTC 4066).

https://www.icfe.gov.co/portal/encrypt/Paginas/Leyes_ordenanzas_y_acuerdos/NTC/ntc_4066_-_seguridad_en_la_soldadura_y_corte.pdf

Organización Internacional de Normalización. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad* (ISO:9001). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

ANEXOS

Medidas de maquinaria				
Total, área de producción (m2):	137.72			
Área de trabajo (m2):	810.83			
Maquina	referencia	largo (m)	ancho (m)	alto (m)
Taladro de árbol	Tal-01	1.62	0.55	0.67
Soldador inv 250	Inv-250	0.90	0.70	1.20
Soldador mig	Mig-01	1.00	0.80	1.10
Troqueladora de 50 toneladas	Troq-50	2.50	1.50	2.00
Caladora	Cal-01	1.20	0.90	1.50
Cortadora de metal manual	Cor-01	1.20	0.70	1.00
Remachadora neumática	Rem-01	0.70	0.50	0.60
Colocadora de tuercas	Col-01	0.90	0.60	0.80
Dobladora de tubos	Dob-01	1.50	1.20	1.50
Compresor cabezote	Com-01	1.80	1.20	1.60
Equipo magnum soldador	Ms-200	2.50	1.80	1.50
Corta tubos	Ct-250	1.77	0.48	0.80
Pintadora	P-350	2.22	2.71	2.35
Carreta: referencia	Cr-200	1.60	0.55	0.25
Cierra de eléctrica	Cb-150	1.77	1.24	0.95
Taladro de árbol	Ta-100	1.62	0.55	0.30
Horno	H-300	2.66	2.20	3.10

Anexo B. Medidas maquinaria

Formato de tiempos										
Área de trabajo:	Planta productividad Industrias Vicar									
Operación	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	Tiempo 6	Tiempo 7	Tiempo 8	Tiempo 9	Tiempo 10
Llevar la tubería a la dobladora	0.245	0.282	0.274	0.292	0.296	0.272	0.265	0.289	0.299	0.262
Agustar ángulos	0.454	0.522	0.508	0.540	0.549	0.504	0.490	0.536	0.554	0.486
Doblar tubería	0.145	0.167	0.162	0.173	0.175	0.161	0.157	0.171	0.177	0.155
Llevar la tubería a la dobladora	0.246	0.283	0.276	0.293	0.298	0.273	0.266	0.290	0.300	0.263
Agustar ángulos	0.415	0.477	0.465	0.494	0.502	0.461	0.448	0.490	0.506	0.444
Doblar tubería	0.148	0.170	0.166	0.176	0.179	0.164	0.160	0.175	0.181	0.158
Llevar brazo a la cortadora	0.247	0.284	0.277	0.294	0.299	0.274	0.267	0.291	0.301	0.264
Cortar punta del brazo	0.187	0.215	0.209	0.223	0.226	0.208	0.202	0.221	0.228	0.200
Llevar brazo a la troqueladora	0.342	0.393	0.383	0.407	0.414	0.380	0.369	0.404	0.417	0.366
Aplanar punta	0.0472	0.054	0.053	0.056	0.057	0.052	0.051	0.056	0.058	0.051
Soldar brazo	2.465	2.835	2.761	2.933	2.983	2.736	2.662	2.909	3.007	2.638
Soldar herraje	5.781	6.648	6.475	6.879	6.995	6.417	6.243	6.822	7.053	6.186
Llevar silla al área de trabajo	0.265	0.305	0.297	0.315	0.321	0.294	0.286	0.313	0.323	0.284
Marcar con lápiz empleando plantilla	0.084	0.097	0.094	0.100	0.102	0.093	0.091	0.099	0.102	0.090
Taladrar	0.974	1.120	1.091	1.159	1.179	1.081	1.052	1.149	1.188	1.042
Pulir perforaciones	0.1874	0.216	0.210	0.223	0.227	0.208	0.202	0.221	0.229	0.201
Lavar herraje	1.642	1.888	1.839	1.954	1.987	1.823	1.773	1.938	2.003	1.757
Limpiar herraje	1.845	2.122	2.066	2.196	2.232	2.048	1.993	2.177	2.251	1.974
Llevar herraje a la cabina	0.247	0.284	0.277	0.294	0.299	0.274	0.267	0.291	0.301	0.264
Pintar	0.452	0.520	0.506	0.538	0.547	0.502	0.488	0.533	0.551	0.484
Llevar máquina a la lámina	0.145	0.167	0.162	0.173	0.175	0.161	0.157	0.171	0.177	0.155
Cortar	0.245	0.282	0.274	0.292	0.296	0.272	0.265	0.289	0.299	0.262
Llevar lámina a mesa de trazo	0.142	0.163	0.159	0.169	0.172	0.158	0.153	0.168	0.173	0.152
Trazar	0.2687	0.309	0.301	0.320	0.325	0.298	0.290	0.317	0.328	0.288
Despuntar esquinas	0.254	0.292	0.284	0.302	0.307	0.282	0.274	0.300	0.310	0.272
Destijerar	0.1981	0.228	0.222	0.236	0.240	0.220	0.214	0.234	0.242	0.212
Llevar bandeja a la dobladora	0.145	0.167	0.162	0.173	0.175	0.161	0.157	0.171	0.177	0.155
Doblar	0.268	0.308	0.300	0.319	0.324	0.297	0.289	0.316	0.327	0.287
Llevar bandeja a la troqueladora	0.2681	0.308	0.300	0.319	0.324	0.298	0.290	0.316	0.327	0.287
Aplanar costados	0.568	0.653	0.636	0.676	0.687	0.630	0.613	0.670	0.693	0.608
Llevar tira de madera a trazo	0.174	0.200	0.195	0.207	0.211	0.193	0.188	0.205	0.212	0.186
colocar puntillas	0.9875	1.136	1.106	1.175	1.195	1.096	1.067	1.165	1.205	1.057
Llevar madera a Sierra sinfín	0.294	0.338	0.329	0.350	0.356	0.326	0.318	0.347	0.359	0.315
Cortar brazo	0.2357	0.271	0.264	0.280	0.285	0.262	0.255	0.278	0.288	0.252
Sacar puntillas	0.236	0.271	0.264	0.281	0.286	0.262	0.255	0.278	0.288	0.253
Perforar	0.249	0.286	0.279	0.296	0.301	0.276	0.269	0.294	0.304	0.266

Anexo C. Formato de tiempo

Comparativo actual vs mejora					
Propuesta: Distribución de Planta Industrias Vicar.					
Ítem	Descripción	Actual	Mejora	Aporte	Observación
1	Tiempos	13.71 min	9.05 min	- 4.653 min	Fabricación de 1 unidad
2	Eficiencia (EP)	4.375 h	6.625 h	66.03%	Tiempo de 8 Horas
3	Productividad	35 unds	53 unds	+18 unds	
4	Espacio disponible	673.1135 mt2	610.000 mt2	N/A	
5	Costos	\$4.375.000	\$6,625,000	\$2,250,000	Valor Unid \$125.000 x 1 día.
6	Cuellos de botella	3	0	-3	operaciones
7	Disminución de distancias recorridas	132	95	38.95%	

Anexo D. Actual vs propuesta



Max Carga Ltda

NIT. 8301471190

Teléfono: 6013003462

San Jose de cúcuta 25 de enero del 2023

Señores
INDUSTRIAS VICAR
 NIT: 37247617-1
 Cúcuta

Asunto: Cotización para el movimiento de maquinaria.

Factor	Cantidad	Costo/und	Total
Maquinaria de gran volumen	8	\$6,500,000	\$52,000,000
Maquinaria de volumen mediano	9	\$1,500,000	\$13,500,000
Análisis e inspección de la maquinaria y el equipo de elevación antes de iniciar el traslado			\$3,200,000
Mano de obra			\$4,200,000
TOTAL			\$72,900,000

Atentamente,

Martha Esmeralda Villabon Beltran

Martha Esmeralda Villabon Beltran
 C.C. No. 65.699.433
 Teléfono: 6013003462

Anexo E. Cotización