



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Artes en Gestión Industrial

**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA PROTOTIPOS EN UNA FÁBRICA DE
EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Ing. Jarol Steevyn Herrera Alvarez

Asesorado por el MSc. Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, septiembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA PROTOTIPOS EN UNA FÁBRICA DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. JAROL STEEVYN HERRERA ALVAREZ

ASESORADO POR EL MSC. ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Inga. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque (a.i.)
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Mario Francisco Rousselin Sandoval
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA PROTOTIPOS EN UNA FÁBRICA DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, el 15 de julio de 2020.

Ing. Jarol Steevyn Herrera Alvarez

DTG. 415.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA PROTOTIPOS EN UNA FÁBRICA DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el Ingeniero: **Jarol Steevyn Herrera Alvarez**, estudiante de la **Maestría en Artes en Gestión Industrial** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ing. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, septiembre de 2021.

AACE/asga



Guatemala, septiembre de 2021

LNG.EEP.OI.006.2021

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado:

“DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA PROTOTIPOS EN UNA FÁBRICA DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”

presentado por **Jarol Steevyn Herrera Alvarez** quien se identifica con carné **201222545** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**



Guatemala, 13 de enero de 2021

Maestro
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente.

Estimado Mtro. Álvarez:

Por este medio le informo que he revisado y aprobado **el informe final** del trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA PROTOTIPOS EN UNA FÁBRICA DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.”** Del estudiante Jarol Steevyn Herrera Alvarez, del programa de Maestría en **Artes en Gestión Industrial**.

Con base en la evaluación realizada hago constar la originalidad, calidad, validez, pertinencia y coherencia según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobados por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Cumpliendo tanto en su estructura como en su contenido, por lo cual el protocolo evaluado cuenta con mi aprobación.

“Id y Enseñad a Todos”



M.A. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador de Gestión Industrial
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

Guatemala, 4 de febrero de 2021

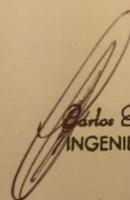
M. A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrados
Facultad de Ingeniería
USAC.

Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA PROTOTIPOS EN UNA FÁBRICA DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL UBICADO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”**, del estudiante **Jarol Steevyn Herrera Alvarez** del Programa de Maestría en Gestión Industrial, identificado con el número de registro académico **201222545** y CUI **2238675430101**.

Sin otro particular,

atentamente,



Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Ingeniero Mecánico Industrial CIG 3071
MSc Docencia Universitaria CPH 7818
Asesor

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por guiarme y brindarme la sabiduría y entendimiento necesario para poder darle fin a esta etapa de mi vida, sin su misericordia y amor nada sería posible.
- Mis papás** Por su apoyo en todo momento durante mis estudios de postgrado.
- Mis hermanas** Jaqueline, Dulce y Camila Alvarez, por motivarme a cumplir mis metas.
- Mis seres queridos** Angela Cordova, por alentarme e impulsarme a ser mejor cada día.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser fuente de conocimiento, formando profesionales por más de trecientos años.
Facultad de Ingeniería	Por forjar mis conocimientos profesionales.
Escuela de Estudios de Postgrado	Por permitirme ampliar mis conocimientos en el área de Gestión Industrial.
MSc. Ing. Carlos Pérez	Por su orientación y apoyo en la elaboración de este trabajo de graduación.
Docentes de la Escuela de Estudios de Postgrado	Por compartir sus conocimientos académicos y experiencias laborales.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	XI
OBJETIVOS	XIII
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Diseño.....	1
1.2. Línea de producción.....	2
1.2.1. Clasificación.....	3
1.2.2. Importancia del balanceo de líneas.....	3
1.3. Proceso.....	5
1.4. Procedimiento.....	5
1.5. Refrigeradores.....	6
1.6. Prototipo.....	9
1.6.1. Usos	9
1.6.2. Tipos.....	10
1.7. Revisión documental.....	10
2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	13

3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	15
3.1.	Principales causas que afectan la línea de producción a través del software de recolección de datos usado en la organización.....	15
3.1.1.	Descripción de la organización	15
3.1.2.	Departamentos y sus funciones.....	15
3.1.2.1.	Dirección.....	16
3.1.2.2.	Ventas.....	16
3.1.2.3.	Compras.....	16
3.1.2.4.	Planificación	17
3.1.2.5.	Producción	17
3.1.2.6.	Bodega de materiales.....	17
3.1.2.7.	Despachos y almacenamiento de producto terminado	17
3.1.2.8.	Calidad	17
3.1.2.9.	Investigación y desarrollo.....	18
3.1.2.10.	Recursos humanos.....	18
3.1.2.11.	Mantenimiento.....	18
3.1.2.12.	Ingeniería.....	18
3.1.2.13.	Manufactura esbelta	18
3.1.3.	Línea de producción de la organización.....	19
3.1.4.	Proceso de la línea de producción	19
3.1.5.	Causas de atraso en la línea	22
3.1.5.1.	Software de recopilación de datos.....	22
3.1.5.2.	Causas recurrentes reportadas en software de recopilación de datos	23
3.1.5.3.	Información arrojada por el software de recopilación de datos.....	25

3.2.	Propuesta de las operaciones y etapas que debe de contener la línea de manufactura para prototipos basado en la estructura de las líneas existentes.....	26
3.2.1.	Estructura existente de una línea de producción para refrigeradores de uso comercial.....	27
3.2.1.1.	Etapa 1: ensamble de gabinete y puerta	27
3.2.1.2.	Etapa 2: inyección de aislante térmico	28
3.2.1.3.	Etapa 3: componentes del equipo de refrigeración	28
3.2.1.4.	Etapa 4: instalación de accesorios, soldadura y refrigerante	29
3.2.1.5.	Etapa 5 y 6: limpieza y empaque.....	30
3.2.2.	Propuesta de las etapas, operaciones e instalaciones que debe de contener la línea de manufactura para prototipos	30
3.2.2.1.	Restricciones	30
3.2.2.2.	Propuesta de operaciones	31
3.2.2.2.1.	Etapa 1: ensamble de gabinete y puerta.....	31
3.2.2.2.2.	Etapa 2: instalación de componentes de refrigeración.....	32
3.2.2.2.3.	Etapa 4: instalación de accesorios, soldadura y refrigerante	32
3.2.2.2.4.	Etapa 5: limpieza y empaque.....	32

3.2.2.3.	Instalaciones	33
3.2.2.3.1.	Recursos físicos	33
3.2.2.3.2.	Área propuesta	33
3.2.2.4.	Acondicionamiento de recursos físicos.....	34
3.2.2.4.1.	Transportador de rodillos.....	34
3.2.2.4.2.	Transportador de bolas.....	34
3.2.2.4.3.	Tubería de aire comprimido	34
3.2.2.4.4.	Instalación eléctrica 110 voltios.....	34
3.2.2.4.5.	Empaquetadora de <i>stretch</i> film.....	35
3.2.2.5.	Personal	35
3.3.	Validación de la propuesta de la línea de manufactura para prototipos	35
3.3.1.	Resultados de encuesta.....	36
3.3.2.	Ponderación de categorías	44
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	47
	CONCLUSIONES	51
	RECOMENDACIONES.....	53
	REFERENCIAS.....	55
	APÉNDICES.....	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Interpretación de planos.....	2
2.	Tipos de sistemas de producción industrial	3
3.	Balanceo de líneas	4
4.	Balanceo de líneas	5
5.	Proceso comercial en una empresa.....	5
6.	Procedimiento comercial en una empresa.....	6
7.	Refrigerador doméstico	7
8.	¿Es normal que se caliente la parte frontal del refrigerador?	8
9.	Diagrama de flujo del proceso de producción.....	21
10.	Conteo de causas de paro por departamento	24
11.	Horas de paro durante el 2019	26
12.	Implementación de propuesta.....	37
13.	Competencias de los colaboradores	38
14.	Área propuesta	39
15.	Insumos necesarios.....	40
16.	Línea dedicada para prototipos	41
17.	Calidad de los prototipos.....	42
18.	Inversión por la empresa.....	43
19.	Beneficio de la empresa.....	44

TABLAS

I.	Operacionalización de las variables	XVI
II.	Causas reportadas por el software de recopilación de datos	23
III.	Conteo de causas de paro por departamento.....	24
IV.	Horas reportadas durante el año 2019.....	25
V.	Requerimientos para la línea de manufactura para prototipos	33
VI.	Descripción de variables	36
VII.	Implementación de propuesta.....	36
VIII.	Competencias de los colaboradores	37
IX.	Área propuesta.....	38
X.	Insumos necesarios.....	39
XI.	Línea dedicada para prototipos	40
XII.	Calidad de los prototipos.....	41
XIII.	Inversión por la empresa.....	42
XIV.	Beneficio de la empresa.....	43
XV.	Ponderación de categorías	45
XVI.	Índice general ponderado.....	46

GLOSARIO

Atraso	Presentar demora en algo solicitado que cuenta con un límite en función del tiempo.
Comercial	Determinado equipo, producto o servicio en el mercado.
Diseño	Boceto de algo que se pretende realizar.
Eficiencia	Logro de un efecto para el cual se hace uso del mínimo de recursos o en el menor tiempo posible.
Equipo	Conjunto de componentes determinante para la realización de un fin.
Herramienta	Sitio o lugar y maquinaria en el cual se hace la elaboración u obtención de un producto.
Innovación	Hacer uso de nuevos métodos para llevar al progreso un producto o servicio.
KPI's	Indicador que mide el nivel de desempeño de uno o más procesos e indicando la efectividad de los mismos.

Mejora	Cambios necesarios lo cuales permiten tener en mejores condiciones algo determinado.
Problema	Conflicto o inconveniente que requiere una solución certera.
Propuesta	Idea que tiene una persona como ofrecimiento de una solución.
Prototipo	Primer modelo realizado previo a una fabricación en masa. Se definen componentes y herramientas a utilizarse.
Refrigerador	Conjunto de componentes que consisten en transferir carga térmica de un espacio determinado a otro.
Registro	Documento que contiene datos como evidencia de un proceso.
Revisión	Búsqueda de algo el específico que cumpla con lo solicitado.

RESUMEN

En esta investigación se describe el diseño de una línea de manufactura para refrigeradores prototipo de uso exclusivo para el departamento de investigación y desarrollo para que no se vea afectada la eficiencia de la línea de manufactura del departamento de producción.

Como objetivo general de la investigación consistió en diseñar una línea de producción para prototipos en una fábrica de equipos de refrigeración comercial ubicado en la ciudad de Guatemala. El problema surge por los constantes paros y/o atrasos en la línea de producción debido a la manufactura de refrigeradores prototipo. El enfoque de la investigación fue del tipo mixto y no experimental, únicamente se plantea una propuesta.

Basado en la estructura de las líneas de producción existentes se genera la propuesta, buscando así la estandarización de los procesos entre producción en serie y prototipos. Estableciendo las restricciones, propuesta de operaciones que contendrá y recursos como maquinaria y el área donde se propone que se establezca físicamente la línea de manufactura para refrigeradores prototipo.

En conclusión, se estima que la reducción de horas de paro causadas por el departamento de investigación y desarrollo se eliminarán en su totalidad, ya que los prototipos tendrán un proceso independiente a las líneas de producción.

Se recomienda que se analice la propuesta y de haber cambios positivos o sugerencias que sean anexadas a la investigación, debido que todo proceso está sujeto a la mejora continua.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En la organización una de sus líneas de producción no presenta cumplimiento con las metas establecidas y esto se debe a paros o atrasos por parte de subensambles, áreas comunes, bodega, compras, diseño, entre otros factores.

Todos estos paros son centralizados en una base de datos que colecta toda la información suministrada por parte de supervisores y encargados de línea, en el cual exponen las causas de paro, tiempo que se ven afectados y departamento responsable. Cada fin de mes se reúnen las gerencias y cada una debe de exponer el porqué de las causas de atrasos para que en el próximo mes se disminuyan.

- Pregunta central

¿Cómo se pueden manufacturar refrigeradores prototipos sin generar atrasos en la línea de producción?

- Preguntas de investigación
 - ¿Cuáles son las principales causas que afectan la eficiencia de la línea de producción de refrigeradores?
 - ¿Cuál es el proceso por seguir para el diseño de una línea de manufactura para refrigeradores prototipos?

- ¿Cómo se validará la propuesta de implementación del diseño de una línea de manufactura para refrigeradores prototipos?

OBJETIVOS

General

Diseñar una línea de producción para prototipos en una fábrica de equipos de refrigeración comercial ubicado en la ciudad de Guatemala.

Específicos

- Evidenciar cuales son las principales causas que afectan la línea de producción a través del software de recolección de datos usado en la organización.
- Elaborar la propuesta de las operaciones que debe de contener la línea de manufactura para prototipos y así cuente con los lineamientos de las líneas existentes.
- Validar a través de herramientas de recopilación de datos la propuesta de diseño.

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

La investigación cuenta con un enfoque del tipo mixto por la unión de los enfoques descritos a continuación: es cuantitativo por las variables que se analizarán como los valores de horas de paro, datos que son centralizados en un sistema interno que es alimentado por supervisores y encargados de línea. Y se define como cualitativo debido que se tiene revisión de documentos, marco teórico para respaldar la investigación y los resultados esperados. Siendo transversal debido a que dicha investigación consta tanto de fecha inicial como final.

El diseño se define como no experimental debido a que no se hará uso de pruebas o ensayos de laboratorio que validen o comprueben variables propuestas en la investigación. La obtención de los datos para análisis consiste en la recopilación de historiales que permitan analizar cómo se ha comportado la línea en un tiempo determinado.

El alcance consiste en el tipo descriptivo, únicamente se pretende hacer un levantado de información de forma independiente a los procesos con los que se cuentan actualmente, basta con conocer las variables sin indagar la relación o como es que se plantearon para obtener los resultados esperados. A partir de los datos obtenidos por un software que recolecta datos se logrará conocer los departamentos causantes de la mayor cantidad de horas de paro o atraso, porcentajes de atrasos, causas generadas por cara departamento para cuantificar como afectan las demás áreas y departamentos de la organización al departamento de producción.

Tabla I. Operacionalización de las variables

Objetivo	Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica	Método
Evidenciar cuales son las principales causas que afectan la línea de producción a través del software de recolección de datos usado en la organización.	Principales causas que afectan la línea de producción	Independiente Cualitativa Nominal	Datos KPI's obtenidos del sistema de enero a diciembre del año 2019	Recopilación de datos	Software recopilador de datos
Elaborar la propuesta de las operaciones que debe de contener la línea de manufactura para prototipos y así cuente con los lineamientos de las líneas existentes.	Propuesta para la elaboración de los prototipos	Independiente Cualitativa Nominal	Similitud entre línea de producción y línea de prototipo	Observación directa	Planteamiento de un proyecto de mejora
Validar a través de herramientas de recopilación de datos la propuesta de diseño.	Percepción de aceptación de la propuesta	Independiente Cualitativa Nominal	Aprobación o rechazo por encargados y supervisores de planta	Encuesta	Tabulación de hallazgos en una matriz de análisis

Fuente: elaboración propia.

Se ejecutaron 4 fases que se describen a continuación: primera fase, se estableció la base teórica de la investigación; como segunda fase, se tiene el diagnóstico donde se indagará en la información de paros durante el año 2019; para la tercera fase, se propone el diseño de la línea de manufactura de prototipos y en la cuarta fase, se darán a conocer a encargados y supervisores de planta los resultados de la investigación realizada a través de una encuesta para validar la viabilidad y factibilidad de la propuesta.

INTRODUCCIÓN

La organización se dedica a la producción de equipos de refrigeración para uso comercial y cuenta con 5 líneas de ensamble que producen enfriadores, cerveceros y congeladores. Debido a la innovación de sus equipos a comercializar se manufacturan refrigeradores prototipos que cumplan con las especificaciones solicitadas por los clientes, prototipos que son manufacturados en una de sus líneas de producción.

Para el ensamble del prototipo se debe de verificar que las piezas acoplen correctamente, sin embargo, distintas partes tienden a sufrir modificaciones parciales o totales y deben ser reprocesadas, el tiempo del reproceso varía según la complejidad del diseño y material generando atraso en la línea de producción.

Es importante analizar también los problemas que representa el paro o atraso por parte de subensambles, áreas comunes, bodega, compras, diseño, entre otros factores, por consiguiente, se plantea el diseño de una línea de manufactura para prototipos siendo de beneficio para el cumplimiento de metas de la línea.

La necesidad de realizar la investigación surge a raíz del atraso que representa el ensamble de un prototipo sin que se vea afectada la línea de producción.

Es importante que la línea de manufactura para prototipos contenga todo lo que se considere necesario, entre ellos: ensambles, subensambles, herramientas y que el personal esté capacitado para que se cumpla con los requerimientos y

parámetros de calidad necesarios. Por tal motivo se origina la necesidad del diseño de una línea de producción que se dedique para la manufactura de refrigeradores prototipos para que no afecte la eficiencia de la línea y al mismo tiempo se genere buena perspectiva de la fábrica por la entrega breve de los pedidos.

El aporte de la investigación consistió en la propuesta del diseño de una línea de manufactura para refrigeradores prototipo, incluyendo los recursos, operaciones, maquinaria y equipo.

La metodología que se empleó en la investigación se le dio un enfoque mixto debido a las variables cualitativas y cuantitativas que se analizaron, teniendo un diseño no experimental donde no es necesario o no se requiere la experimentación por parte del investigador, únicamente se realizó una propuesta. Se contó con un tipo de estudio descriptivo donde se dio respuesta a las preguntas de investigación planteadas, respaldadas a través de su base teórica. Y respecto al alcance se tuvo uno del tipo descriptivo, donde únicamente se realizó levantado de información de las líneas del departamento de Producción.

Se pretende aportar una solución ante problemáticas existentes específicamente a paros y atrasos, para que la fábrica sea competitiva ante un mercado exigente y quede en evidencia la capacidad y calidad de los profesionales que laboran en ella. Así mismo obtener y ampliar los distintos conocimientos y herramientas que aporten para apoyar a la organización manejando adecuadamente cualquier situación que se presente.

1. MARCO TEÓRICO

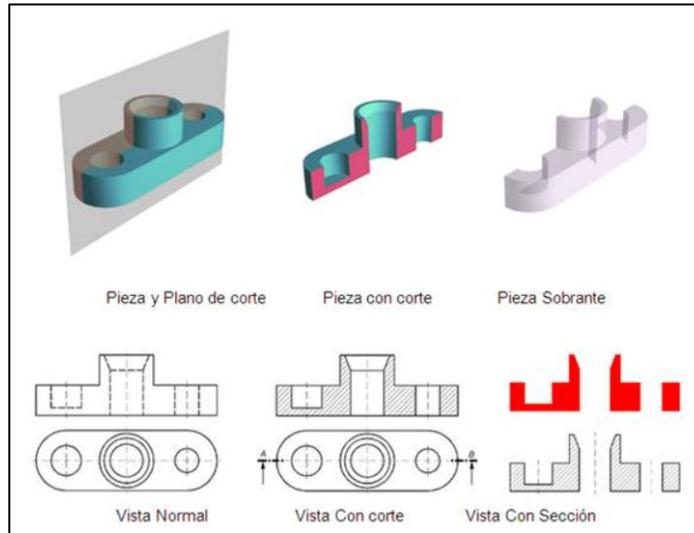
1.1. Diseño

Según la Real Academia Española (s.f.) define la palabra diseño como “proyecto, plan que configura algo en específico” (párr. 2), y a su vez Méndez (2010) menciona que la palabra diseño hace énfasis en distintas artes como ingeniería, arquitectura o en cualquier disciplina que se dedique a crear, siendo un proceso en el cual se identifica una idea para posterior dar solución a una situación en específico.

Para Méndez (2010) “etimológicamente la palabra “diseño” se deriva de los términos italianos: “disegno”: dibujo y de “designio, signare, signado”: lo por venir, el porvenir, visión representada gráficamente del futuro” (p. 11). Determinando que verbalmente diseño es el proceso de crear y desarrollar algo nuevo y haciendo referencia en sustantivo a la mención del plan o proposición sobre los resultados del proceso de diseñar.

De forma general, diseñar es la realización de bocetos o esquemas anterior, durante o posterior a una investigación. El diseño puede ser definido como un proceso proyectual donde la configuración del proyecto avanza y evoluciona, sin embargo, durante la fase de diseño, este no cambia o evoluciona el proyecto, sino que la idea e imagen que deseamos que tenga finalmente.

Figura 1. Interpretación de planos



Fuente: Ideas y Recursos (2020). *Interpretación de planos*. Consultado el 5 de junio del 2020.
Recuperado de <https://rebasando.com/bricolaje/801-interpretacion-de-planos>.

1.2. Línea de producción

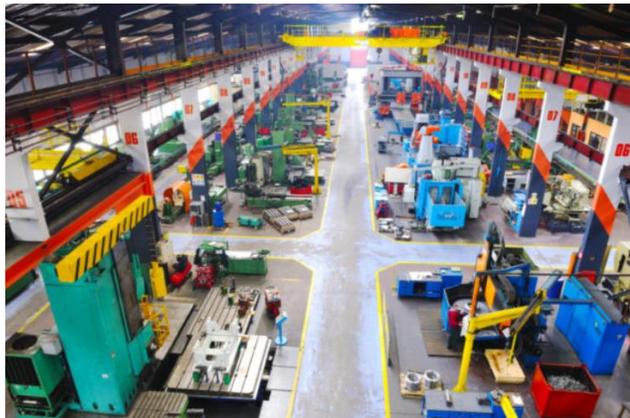
Las líneas de producción para Escalante, Aguilar y Hernández (2010) exponen que “es un proceso en el cual las materias primas son convertidas en productos finales, también se puede ver como la transformación de un insumo en un producto de valor inherente” (p. 10).

Las características principales deben de ser con el menos tiempo muerto en las estaciones, costos al mínimo y mantener una alta productividad. Y se conforma por recepción de materias primas, mano de obra de operarios, transformación de materias primas, verificación y validación de productos, almacenamiento y transporte.

1.2.1. Clasificación

Las líneas de producción se dividen en líneas de producción automatizada y líneas de producción continua. Las líneas de producción automatizada son varias estaciones de trabajo ligadas entre sí, por un sistema de trabajo, el cual consiste en mover partes o piezas de una estación a otra; mientras que una línea de producción continua es un sistema empleado por las empresas que producen un determinado producto, sin cambios, por un largo periodo de tiempo. (Escalante, Aguilar y Hernández, 2010, p. 11)

Figura 2. Tipos de sistemas de producción industrial



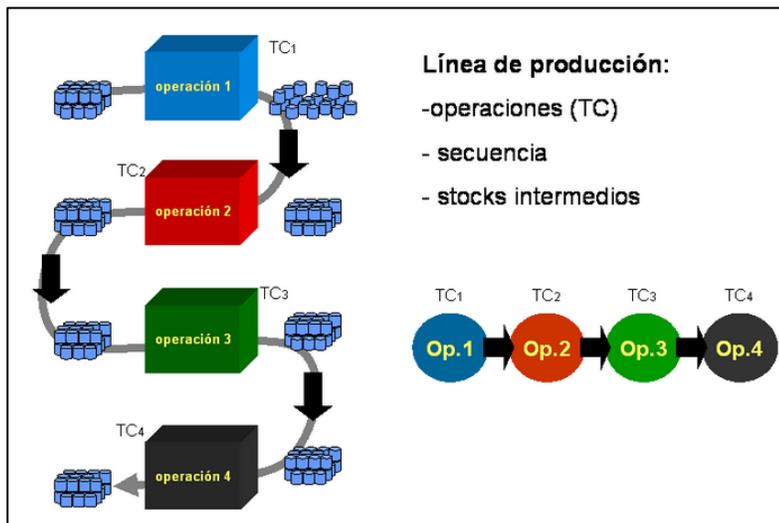
Fuente: EAE Business School (2018). *Retos en cadenas de suministro*. Consultado el 5 de junio del 2020. Recuperado de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/tipos-de-sistemas-de-produccion-industrial-y-sus-caracteristicas/>.

1.2.2. Importancia del balanceo de líneas

Según Escalante, Aguilar y Hernández (2010) indican que es importante el balanceo de líneas para así reducir las interrupciones. En las líneas se contemplan con un cierto número de empleados los cuales trabajan solos o

individuales, son quienes se encargan de todo el proceso. Generalmente los productos de las líneas de producción son definidos o diseños ya establecidos por clientes.

Figura 3. **Balaneo de líneas**



Fuente: Leanroots (2010). *Balaneo de líneas*. Consultado el 5 de junio de 2020. Recuperado de http://www.leanroots.com/line_balancing.html.

Para balancear una línea de producción, Leanroots (2010) menciona que “la referencia para el balanceo de la línea es la demanda del cliente” (párr. 2). A este ritmo de se le denomina *Takt time* que se define como la razón entre el tiempo planificado para producción y demanda del cliente, permitiendo así la reducción o minimización el *stock* intermedio a tal forma que las piezas sea produzcan y consuman a un mismo ritmo. Por lo tanto, se debe de adaptar adecuadamente la distribución de las estaciones de trabajo para que no existan movimientos adicionales a los necesarios.

Figura 4. **Balaneo de líneas**



Fuente: Leanroots (2010). *Balaneo de líneas*. Consultado el 5 de junio de 2020. Recuperado de http://www.leanroots.com/line_balancing.html.

1.3. **Proceso**

Para Torres (2020) un proceso lo define como “una secuencia de tareas que se llevan a cabo una detrás de la otra” (párr. 4). En su mayoría, sino que en todas las empresas u organizaciones están regidos por procesos, siendo esto lo principal en ellas.

Figura 5. **Proceso comercial en una empresa**



Fuente. Torres (2020). *¿Cuál es la diferencia entre proceso y procedimiento?*. Consultado el 5 de junio del 2020, de <https://iveconsultores.com/diferencia-entre-proceso-y-procedimiento/>

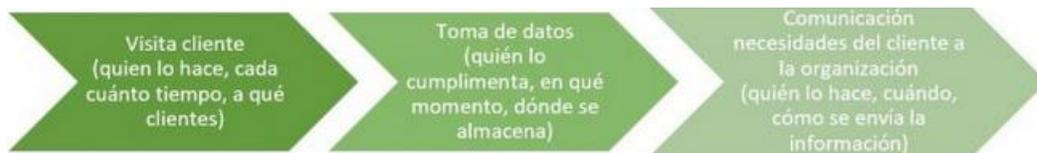
1.4. **Procedimiento**

Según Torres (2020) define un procedimiento como “una descripción detallada de cómo se debe llevar a cabo un proceso” (párr. 6). Dicho

procedimiento debe de estar escrito en formato de papel o digital, y debe de ser conocido por todas las personas de la organización para que sea exitoso el proceso.

Cada que se genera un proceso en una organización debe de haber un procedimiento amarrado a este donde se plasmen todos los pasos, rutas o tareas a realizarse para lograr el objetivo propuesto. Tanto proceso como procedimiento van relacionados estrechamente, sin embargo, estos no son lo mismo por lo anterior expuesto.

Figura 6. **Procedimiento comercial en una empresa**

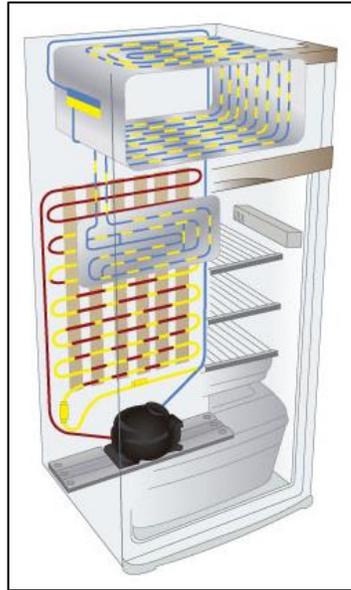


Fuente. Torres (2020). *¿Cuál es la diferencia entre proceso y procedimiento?*. Consultado el 5 de junio del 2020, de <https://iveconsultores.com/diferencia-entre-proceso-y-procedimiento/>

1.5. Refrigeradores

Corte (2015) menciona que “la refrigeración es el proceso que se realiza para enfriar por debajo de la temperatura ambiente una sustancia y mantenerla fría por un período de determinado de tiempo, dicho proceso es una transferencia de calor” (p. 61). Para refrigerar se refiere a temperaturas arriba de cero y congelar se emplean temperaturas bajo cero según el uso o aplicación que se necesite.

Figura 7. **Refrigerador doméstico**

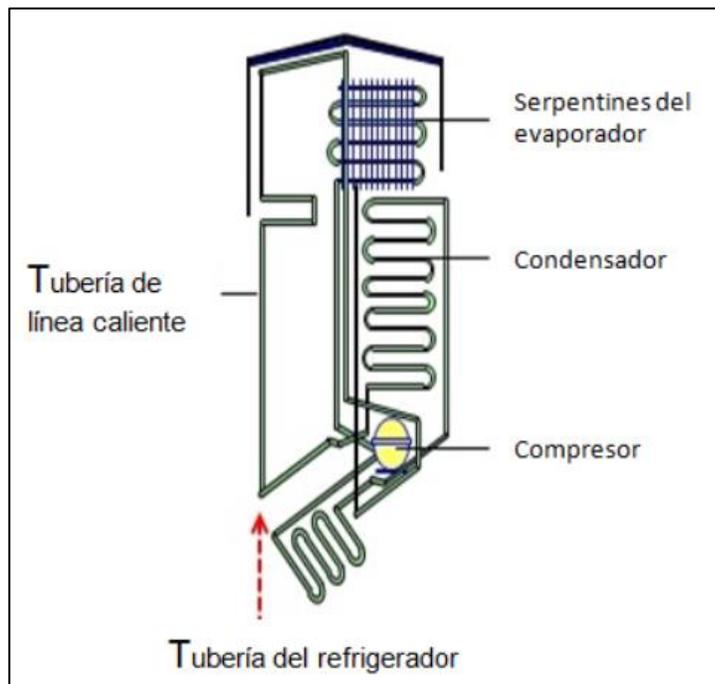


Fuente: Revista Cero Grados (2013). *El refrigerador doméstico*. Consultado el 5 de junio del 2020, de <https://0grados.com.mx/el-refrigerador-domestico/>.

Una refrigeradora, se considera que es un proceso inverso a un motor térmico, que mediante trabajo de entrada por un compresor y con la ayuda de un gas refrigerante se logra transferir la carga térmica u otro lado, en otras palabras, eliminando el calor.

En la mayoría de las veces, sino es que en su totalidad los sistemas de refrigeración o refrigeradores están compuestos por compresor, evaporador, condensador, capilar o válvula de expansión, como se demuestran a continuación:

Figura 8. **¿Es normal que se caliente la parte frontal del refrigerador?**



Fuente: LG (2015). *Refrigerador se calienta por los costados, por el frente o por las puertas.*

Consultado el 5 de junio del 2020, de <https://www.lg.com/cl/soporte/ayuda-producto/CT20106034-20151977256298>.

Según Corte (2015) expone que “los refrigeradores con escarcha, no es recomendable, ya que estos tienen un impacto negativo en el rendimiento del equipo, haciendo de esta manera que exista perdidas irreversibles en el sistema” (p. 3). En equipos modernos ya no se aprecia el proceso de escarcha.

Como característica principal la escarcha o hielo genera una resistencia a la transferencia térmica y al mismo tiempo aumenta la caída de presión del aire reduciendo su paso en el intercambiador de calor haciendo que los equipos de refrigeración no sean tan eficientes como se pretenden que sean.

1.6. Prototipo

La Real Academia Española (s.f.) define un prototipo como “Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa” (párr. 1).

Para Porto y Merino (2015) prototipo “es fruto de la suma de dos componentes de dicha lengua, El prefijo protos, que puede traducirse como el primero y el sustantivo tipos, que es sinónimo de modelo” (párr. 1). Es utilizado para denominar al primer producto fabricado usándose como modelo de prueba previo a la fabricación en masa donde su principal función es detectar posibles fallas y así mejorarlas, al finalizar ya está listo para la producción general.

1.6.1. Usos

Según IBM Corp (2006):

Los prototipos se utilizan de forma dirigida para reducir el riesgo. Los prototipos pueden reducir el entorno de incertidumbre:

- La viabilidad empresarial de un producto que se está desarrollando
- La estabilidad o el rendimiento de tecnología clave
- La confirmación o financiación del proyecto: construcción de un pequeño prototipo de prueba de concepto
- La comprensión de requisitos
- El aspecto y percepción del producto, su utilización.

Un prototipo puede ayudar a construir soporte para el producto mediante la muestra de algo concreto y ejecutable a los usuarios, clientes y gestores. (p. 1)

1.6.2. Tipos

Para IBM Corp (2006):

Puede ver los prototipos de dos maneras: qué exploran y cómo evolucionan o cuál es su resultado. En el contexto de la primera vista, qué exploran, hay dos clases principales de prototipos:

- Un prototipo de comportamiento, que se centra en la exploración de comportamientos específicos del sistema.
- Un prototipo estructural, que explora algunos aspectos tecnológicos y arquitectónicos.

En el contexto de la segunda vista, el resultado, también hay dos clases de prototipos:

- Un prototipo exploratorio, que se desecha cuando está terminado, también conocido como prototipo de desecho.
- Un prototipo evolutivo, que evoluciona gradualmente hasta convertirse en el sistema real. (p. 1)

1.7. Revisión documental

Es considerada como una herramienta para el aporte de la construcción del conocimiento en las personas de cierta forma amplia y enriquece el vocabulario

para interpretar de una mejor forma lo que se está analizando, viene siendo motivador al momento de realizar una investigación ya que se obtiene una indagación y uso de fuentes confiables de datos recolectados.

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de una línea de producción para prototipos en una fábrica de equipos de refrigeración comercial surge a partir de dar reducción a la cantidad de horas de paro que reporta la línea de producción y validar dicha propuesta.

Como punto de partida para la investigación se dio a conocer los departamentos involucrados durante el proceso productivo y se realizó la revisión documental por medio de una herramienta de recolección de datos usado en la organización donde se obtuvo las causas y cantidad de horas de paro o atraso generadas por cada departamento, siendo esta la base para iniciar la investigación. Evidenciando el departamento responsable de generar la mayor cantidad de horas de paro o atraso y la causa que se le atribuía.

Posteriormente, al determinar que el departamento de Investigación y Desarrollo era el principal causante de horas de paro o atraso debido a la manufactura de refrigeradores prototipo, se realizó la propuesta partiendo del diseño de la línea de producción existente para que los procesos de la línea de manufactura para refrigeradores prototipo fueran estandarizados.

Se analizó y establecieron cada una de las etapas y subetapas, área de ubicación y los recursos necesarios partiendo de la utilización de recursos físicos con lo que la organización contaba pero que no hacía uso.

A través de una encuesta presentada al personal del departamento de Producción, supervisores y encargados, se validó la viabilidad y factibilidad del proyecto, donde los resultados por pregunta fueron tabulados en tablas y gráficas

y así mismo fueron ponderadas para dar a conocer un índice que exponga la aprobación general de la propuesta.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Principales causas que afectan la línea de producción a través del software de recolección de datos usado en la organización

En la presente investigación se propuso como objetivo evidenciar cuáles eran las principales causas que afectaban la línea de producción a través del software de recolección de datos usado en la organización.

3.1.1. Descripción de la organización

Es una organización ubicada en Guatemala, dedicada a la fabricación de equipos refrigeradores del tipo comercial como enfriadores, cerveceros y congeladores, ha tenido una capacidad instalada de manufactura de 115 mil unidades al año y más de 300 modelos, según la demanda clientes.

La planta ha proveído equipos de refrigeración a distintos países del mundo, esto fue logrado gracias a sus más de 50 años de experiencia operando en Latinoamérica, entre las fortalezas de la empresa se encontraron la alta capacidad de innovar y dar personalización a refrigeradores volviéndolos herramientas clave de mercadeo y destacando los productos de los clientes.

3.1.2. Departamentos y sus funciones

Los departamentos son quienes hacen funcionar a la organización, desde la recepción del pedido por el departamento de ventas hasta la entrega del mismo

por el departamento de despacho. La integración de todos ellos ha sido crítica para que los resultados sean los esperados por la dirección.

A continuación, se enlistan y describen los departamentos por los que está conformada la organización:

3.1.2.1. Dirección

Máximos responsables de la elección de estrategias, objetivos y directrices a elegir para que los demás departamentos llevarán a cabo. Conformado por el presidente de operaciones, vicepresidente de operaciones y gerente general.

3.1.2.2. Ventas

Departamento encargado de comercializar el producto, exponiendo a los clientes las características y calidad de los equipos. que el refrigerante y compuestos de aislamiento son amigables con el medio ambiente, equipos con diseños estéticos innovadores, sistemas de refrigeración eficiente y de bajo consumo.

3.1.2.3. Compras

Garantizar la compra de materiales para hacer uso para fabricar los equipos. Manteniendo un control adecuado de inventarios y siendo capaces de desarrollar una relación apropiada con los proveedores.

3.1.2.4. Planificación

Planifican las cantidades y modelos de equipos a producirse según la línea de ensamble.

3.1.2.5. Producción

Departamento cuyo objetivo principal dar fabricación a los equipos, tomar insumos o recursos para convertirlos en productos terminados.

3.1.2.6. Bodega de materiales

Área dedicada al almacenamiento y entrega de insumos para que el departamento de producción fabrique los distintos productos.

3.1.2.7. Despachos y almacenamiento de producto terminado

Para cuando los equipos se terminan de fabricar son empacados y enviados a los clientes, caso contrario son almacenados.

3.1.2.8. Calidad

Enfocados en que el material y producto terminado tuviera la calidad requerida y funcionamiento adecuado de los equipos para que no generen problemas cuando sean entregados al cliente.

3.1.2.9. Investigación y desarrollo

Encargados del diseño de los equipos. Mediante la realización de pruebas los equipos son desarrollados, validados y así mismo, posteriormente producidos en masa para su masiva comercialización.

3.1.2.10. Recursos humanos

Departamento de apoyo para el reclutamiento de personal, capacitaciones, gestiones de trabajadores, encargados de difundir información de importancia a toda la organización.

3.1.2.11. Mantenimiento

Velando por el funcionamiento óptimo de la maquinaria y equipo usado en la organización. Donde mediante un riguroso programa de mantenimiento preventivo y correctivo la empresa produce según las metas establecidas.

3.1.2.12. Ingeniería

Encargados de dar liberación de información para que producción use de referencia y con base a ello de fabricación a los equipos de refrigeración. Brindar asistencia técnica durante el ensamble de los equipos en las distintas etapas de la línea de producción.

3.1.2.13. Manufactura esbelta

Estudios de tiempo y movimientos para la fabricación de equipos para mantener la eficiencia de las líneas y proponer mejoras en los procesos.

3.1.3. Línea de producción de la organización

Serie de procesos realizados por etapas para dar a la construcción o elaboración de algo en específico, estos procesos varían dependiendo del tipo de producto que se esté fabricando. Debe de ser minuciosamente definida y/o diseñada para no tener desequilibrios y se obtengan resultados según lo esperado.

Cada etapa tiene sus tareas a realizar, para avanzar a la siguiente etapa primero debe de concluirse totalmente la actividad anterior. El personal debe de estar ubicado estratégicamente donde se requiera ya que una mala planificación se ve reflejado en atraso y considerar que el personal se sienta cómodo y seguro en el lugar de trabajo para tener resultados positivos.

3.1.4. Proceso de la línea de producción

Consiste en tomar insumos y convertirlos en algo útil que cumpla una función en específico, dicha transformación fue efectuada por etapas en las cuales el producto va avanzando hasta obtener un producto final. A continuación, indica a los principales departamentos involucrados en el proceso:

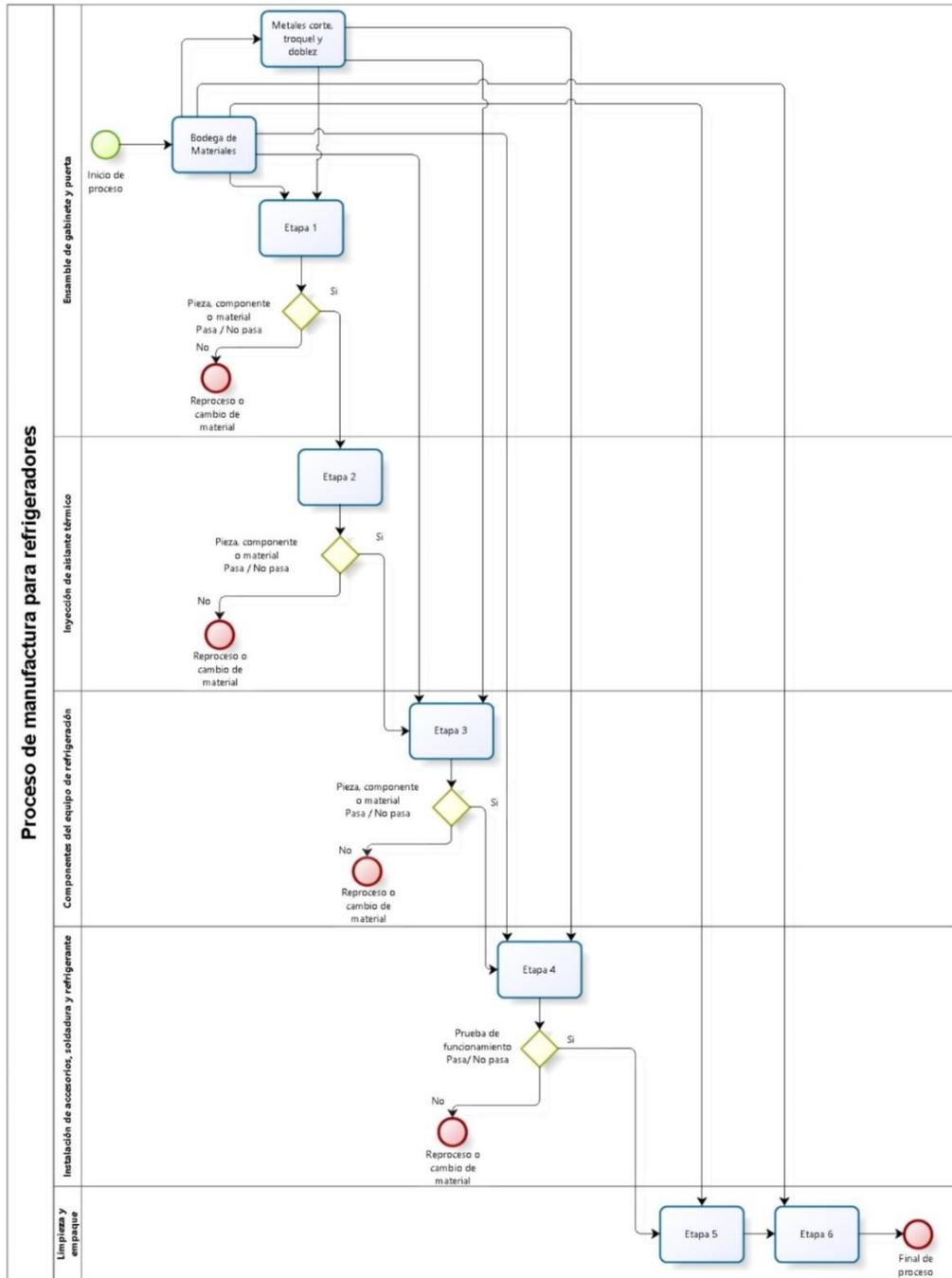
- Producción
- Bodega de materiales
- Aseguramiento de la calidad
- Manufactura esbelta

Y como apoyo se tiene a los siguientes departamentos:

- Planificación
- Investigación y desarrollo
- Ingeniería
- Compras
- Mantenimiento

A continuación, se presenta un diagrama de flujo de cómo se da la fabricación del producto y como se relacionan los departamentos:

Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de producción



Fuente: elaboración propia.

3.1.5. Causas de atraso en la línea

En la organización una de las líneas del departamento de producción presentó paros o atrasos por parte de subensambles, áreas comunes, bodega, compras, diseño, mantenimiento, entre otros factores. Para evidenciar se requirió indagar específicamente qué departamento es directamente la causante que la línea de producción no tuviera resultados esperados.

Se obtuvo una serie de datos a través del software de recopilación de datos del departamento de producción, indicando los departamentos que ocasionó paros, sus causas y la cantidad de horas que la línea estuvo detenida sin producir.

3.1.5.1. Software de recopilación de datos

En la organización se hizo uso de una herramienta *on-line*, que generó información sobre los equipos a fabricar, modelos, clientes, consulta de planos, especificaciones, solicitudes, reportes por departamento, entre otros. De todas las funciones que ofreció la herramienta, los reportes de horas de atraso por departamento fueron considerados de los más importantes. Los datos fueron tomados de los reportes que generó el software durante el año 2019, se consultaron departamentos, causas y horas de paro.

La información obtenida fue clasificada mediante el criterio de:

- Causas recurrentes e indicando al departamento que se le atribuye el problema.
- La cantidad de horas de paro ordenándolos de más a menos cantidad de horas generadas por departamento.

3.1.5.2. Causas recurrentes reportadas en software de recopilación de datos

De acuerdo con los datos obtenidos de los paros, problemas o errores que se presentaron durante el proceso productivo en la organización se observó que fueron variados, desde el material enviado por proveedores hasta errores de proceso.

La tabla II, de causas reportadas por el software de recopilación de datos está dividida en las columnas: área y causa de paro. Indicando a continuación las áreas que ocasionaron los paros más recurrentes durante el 2019:

Tabla II. **Causas reportadas por el software de recopilación de datos**

Departamento	Causa
Bodega	Material defectuoso/incorrecto bodega
Calidad	Material defectuoso/incorrecto metales
Calidad	Inspección de calidad deficiente
Compras	Abastecimiento de material bodega
Investigación y desarrollo	Prototipos, piezas no acoplan, reprocesos
Ingeniería	Problemas de diseño
Mantenimiento	Orden y limpieza
Mantenimiento	Fallo maquinaria o herramientas
Manufactura esbelta	Problemas estudios de tiempo
Planificación	Cambio de modelos fabricados
Producción	Abastecimiento de ensamble anterior
Producción	Acumulación de equipos ensamble siguiente
Producción	Curva de aprendizaje
Producción	Abastecimiento de sub-ensambles
Producción	Ajustes adicionales en área de aislantes
Producción	Ausencia de personal
Producción	Seteo en área de aislantes
Producción	Ensamble anterior defectuoso/incorrecto
Producción	Subensamble defectuoso/incorrecto
Producción	Reuniones del personal
Producción	Error de proceso
Producción / Metales	Abastecimiento de material metales

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la tabla II, de causas reportadas por el software de recopilación de datos se demuestra el conteo de causas de paro por departamento en la tabla III, presentada a continuación:

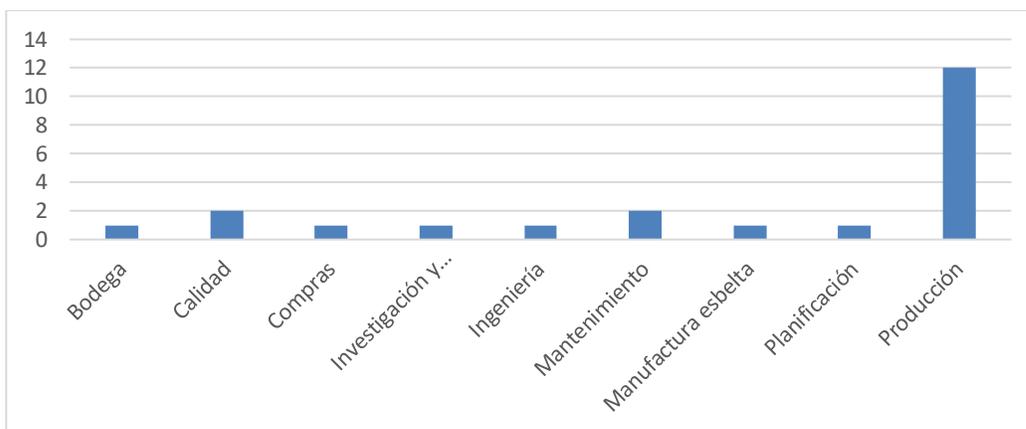
Tabla III. **Conteo de causas de paro por departamento**

Departamento	Cantidad de causas
Bodega	1
Calidad	2
Compras	1
Investigación y desarrollo	1
Ingeniería	1
Mantenimiento	2
Manufactura esbelta	1
Planificación	1
Producción	12

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los datos de la tabla III, de conteo de causas de paro por departamento se demuestra la gráfica presentada en la figura siguiente:

Figura 10. **Conteo de causas de paro por departamento**



Fuente: elaboración propia.

3.1.5.3. Información arrojada por el software de recopilación de datos

Por medio del software de recopilación de datos se obtuvo un reporte que indica el área, tiempo y porcentaje de paro.

Finalmente, la tabla IV de horas reportadas durante el año 2019 se divide en las columnas: área, tiempo y porcentaje de paro. Indica que se obtuvo por todos los departamentos de la organización un total de 824.12 horas de paro. Como se presenta a continuación:

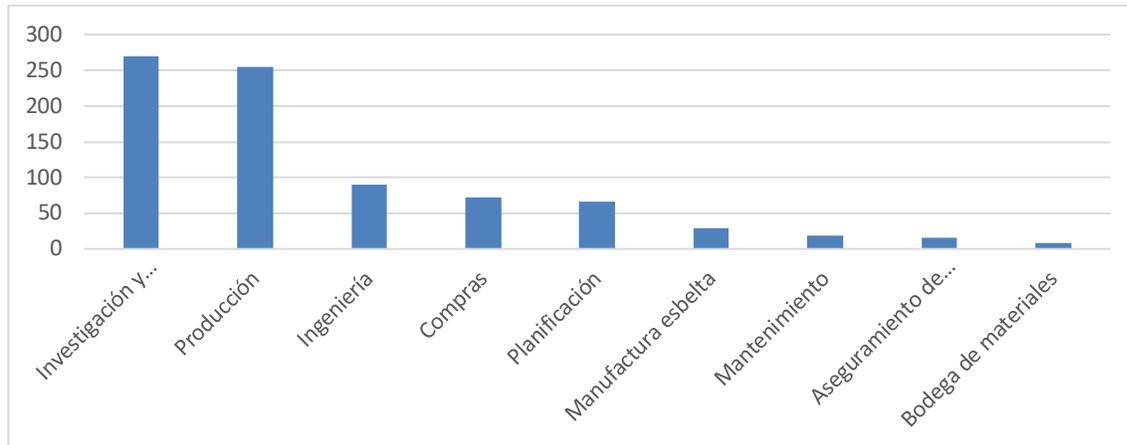
Tabla IV. **Horas reportadas durante el año 2019**

Área	Tiempo de paros en horas	% tiempo
Investigación y desarrollo	270.19	33 %
Producción	254.58	31 %
Ingeniería	90.37	11 %
Compras	71.51	9 %
Planificación	65.87	8 %
Manufactura esbelta	28.34	3 %
Mantenimiento	18.22	2 %
Aseguramiento de calidad	16.26	2 %
Bodega de materiales	8.78	1 %
Total, horas	824.12	100 %

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los datos de la tabla IV, de horas reportadas durante el año 2019 se demuestra que el departamento de Investigación y Desarrollo es el mayor causante de horas de paro o atraso, tal como se indica en la gráfica presentada en la figura siguiente:

Figura 11. **Horas de paro durante el 2019**



Fuente: elaboración propia.

En promedio, la línea de producción contó con un aproximado de 50 colaboradores durante el año 2019. Al mismo tiempo se estima que el monto pagado al personal debido a atrasos asciende a más de ciento cincuenta mil quetzales.

3.2. Propuesta de las operaciones y etapas que debe de contener la línea de manufactura para prototipos basado en la estructura de las líneas existentes

De acuerdo con los resultados obtenidos por el diagnóstico de la organización a través del software de recopilación de datos se demostró que el departamento de Investigación y Desarrollo es el causante de generar mayor cantidad de horas de paro, debido a la fabricación de refrigeradores prototipos durante el proceso productivo de la línea de producción. Por tal motivo se propone una línea de manufactura para prototipos basada en la estructura de las líneas existentes.

3.2.1. Estructura existente de una línea de producción para refrigeradores de uso comercial

La línea de producción cuenta con etapas de ensamble y subensamble para dar la facilidad y la rapidez adecuada de fabricación, también tener una distribución correcta del personal para que se logre producir de una forma cómoda y eficiente. En la etapa de ensamble al equipo de refrigeración le es agregado sus componentes de condensación, evaporación, eléctricos y electrónicos, el subensamble se produce cuando, por ejemplo, un sistema ya sea de condensación, evaporación o puerta, no puede ser armado en la línea de producción, debido a la cantidad de componentes que lo conforman, siendo un proceso distinto de ensamble.

A continuación, se indica y definen las etapas de ensamble y subensamble que contiene una línea de producción en la organización, tomando como ejemplo la manufactura de un equipo.

3.2.1.1. Etapa 1: ensamble de gabinete y puerta

Se da inicio la manufactura del equipo, con el ensamble del gabinete que contendrá los componentes de condensación, evaporación, eléctricos y electrónicos, las tareas realizadas se describen a continuación con el orden siguiente:

- Ensamble de piezas de gabinete interno: piezas que dan forma a la estructura interior del equipo que contendrá la unidad evaporadora y el producto a enfriar.

- Ensamble de piezas de gabinete externo: piezas que dan forma a la estructura exterior del equipo que contendrá la unidad condensadora y la sujeción de la puerta.
- Fabricación de arnés eléctrico: su función es conectar por medio de alambre de cobre los componentes eléctricos y electrónicos. Es realizado en un subensamble fuera de la línea de producción.
- Preparación para la inyección del aislante térmico: en cuanto a preparación respecta, se realiza la instalación del arnés eléctrico en el gabinete interno y posteriormente se hace la unión al gabinete externo, dando forma a lo que es la estructura general del equipo de refrigeración.
- Ensamble de puerta: es realizado en un subensamble fuera de la línea de producción.

3.2.1.2. Etapa 2: inyección de aislante térmico

Con la unión entre gabinete interno y externo finalizado se procede a inyectar el aislante térmico.

3.2.1.3. Etapa 3: componentes del equipo de refrigeración

En esta etapa de subensamble es donde se arman los componentes de refrigeración, eléctricos y electrónicos, posteriormente son llevados al ensamble y son instalados en el gabinete:

- Unidad evaporadora: consiste en el armado de la unidad de evaporación que contiene al serpentín aletado, filtro, capilar, ventiladores, sensor de temperatura, deflectores y tubería de cobre que conecta con la unidad condensadora. Es realizado en un subensamble fuera de la línea de producción.
- Unidad condensadora: consiste en el armado de la unidad de condensación que contiene al compresor, ventilador, condensador y cordón eléctrico. Es realizado en una subetapa fuera de la línea de producción.
- Control de temperatura: consiste en la instalación del componente encargado de dar marcha y paro al compresor dependiendo de la carga térmica que detecte el sensor de temperatura.
- Iluminación: conexión del sistema de iluminación del equipo.

3.2.1.4. Etapa 4: instalación de accesorios, soldadura y refrigerante

En esta etapa se instalan los accesorios como puerta y parrillas, así mismo se aplica soldadura y se procede con la carga de refrigerante:

- Puerta: se hace la colocación de bisagras y posteriormente se instala la puerta.
- Parrillas: se instalan los soportes que cargan a las parrillas y posteriormente se colocan las parrillas.

- Soldadura: consiste en soldar la tubería que conecta la unidad condensadora y unidad evaporadora para dejar un circuito cerrado.
- Refrigerante: se efectúa vacío y posteriormente se agrega carga de gas refrigerante.

3.2.1.5. Etapa 5 y 6: limpieza y empaque

En esta etapa es donde se limpia el equipo y posteriormente se prepara para que sea empacado.

3.2.2. Propuesta de las etapas, operaciones e instalaciones que debe de contener la línea de manufactura para prototipos

El objetivo de esta investigación fue elaborar la propuesta de las operaciones que debe de contener la línea de manufactura para refrigeradores prototipos y evitar paros o atrasos generados por el departamento de Investigación y Desarrollo.

Se presenta la estructura de las operaciones (etapas) que tendrá la línea de manufactura para prototipos y propuesta de las instalaciones necesarias que complementan el funcionamiento adecuado.

3.2.2.1. Restricciones

En la propuesta se trató de no hacer uso excesivo de insumos o que se generen gastos de recursos innecesarios en la organización, entonces, se plantearon las siguientes restricciones:

- La línea de manufactura para refrigeradores prototipos no contará con subensambles ya que los componentes serán armados en los subensambles existentes de la línea de producción. En cada etapa de la propuesta se hará únicamente la instalación de componentes.
- No se hará etapa inyección de aislante térmico debido que necesita un sistema especial que resulta ser oneroso y complejo para el manejo e inyección de los químicos, se utilizará el que se encuentra indicado en la etapa 2 del inciso 3.2.1.2 de la línea de producción.

3.2.2.2. Propuesta de operaciones

Se desarrollará la propuesta del diseño de la línea de manufactura para refrigeradores prototipo, tomando como ejemplo un equipo de refrigeración.

3.2.2.2.1. Etapa 1: ensamble de gabinete y puerta

Se da inicio la manufactura del prototipo, con el ensamble del gabinete que contendrá los componentes de condensación, evaporación, eléctricos y electrónicos. Las tareas realizadas se describen a continuación con el orden siguiente:

- Ensamble de piezas de gabinete interno
- Ensamble de piezas de gabinete externo
- Preparación para la inyección del aislante térmico

3.2.2.2.2. Etapa 2: instalación de componentes de refrigeración

Se instalarán los siguientes componentes en el gabinete:

- Unidad evaporadora
- Unidad condensadora
- Control de temperatura
- Iluminación

3.2.2.2.3. Etapa 4: instalación de accesorios, soldadura y refrigerante

Se instalarán los accesorios como puerta y parrillas, así mismo se aplica soldadura y se procede con la carga de refrigerante:

- Puerta
- Parrillas
- Soldadura
- Vacío y refrigerante

3.2.2.2.4. Etapa 5: limpieza y empaque

Con la finalización de la manufactura del prototipo, se hace limpieza y empaqueta. Es preparado para hacer envío al laboratorio de ensayo para validar diseño de refrigeración y funcionamiento.

3.2.2.3. Instalaciones

Para la propuesta se describe las instalaciones físicas y los recursos que se necesitan.

3.2.2.3.1. Recursos físicos

A continuación, en la tabla V de requerimientos para la línea de manufactura para prototipos se enumeran los recursos que la organización ofrece y son requeridos para la propuesta:

Tabla V. **Requerimientos para la línea de manufactura para prototipos**

Recurso	Cantidad
Transportador de rodillos	3 piezas
Transportador de bolas	2 piezas
Tubería para aire comprimido	1 sistema
Instalación eléctrica 110V	1 cableado eléctrico
Empaquetadora de <i>stretch film</i>	1 equipo

Fuente: elaboración propia.

3.2.2.3.2. Área propuesta

Se cuenta con un área de 30 metros cuadrados, no se requiere un espacio grande debido que los prototipos se manufacturan en cantidades de entre 1 o 2 equipos.

3.2.2.4. Acondicionamiento de recursos físicos

Se definieron los recursos a utilizarse para la línea de manufactura donde cada uno cuenta con una función en específico y en conjunto cumplen para lo que son requeridos.

3.2.2.4.1. Transportador de rodillos

Consiste en una estructura que en su totalidad es de metal, usando rodillos con un eje incorporado, instalados de forma transversal a los soportes externos para que se pueda deslizar adecuadamente cualquier objeto que se le coloque encima.

3.2.2.4.2. Transportador de bolas

La función es similar al transportador de rodillos, en diferencia, se tiene que en lugar de rodillos se hace uso de bolas metálicas dentro de unas pequeñas jaulas para que estos no se salgan de su lugar. Este tipo de transportadores es usado para que los objetos que estén encima puedan girar fácilmente a una dirección deseada.

3.2.2.4.3. Tubería de aire comprimido

Para hacer uso de herramienta neumática.

3.2.2.4.4. Instalación eléctrica 110 voltios

Para hacer prueba de componentes y uso de herramienta eléctrica.

3.2.2.4.5. Empaquetadora de *stretch* film

Es utilizada para empaquetar el equipo con nylon, cuando a este se le finaliza la etapa de limpieza. La finalidad del empaque es para que en su traslado no sufra algún golpe que afecte su integridad física.

3.2.2.5. Personal

Se propone que dos colaboradores sean los encargados de realizar el ensamble e instalación de piezas para los refrigeradores prototipos.

3.3. Validación de la propuesta de la línea de manufactura para prototipos

Para validar la viabilidad y factibilidad de la propuesta se realizó una encuesta de 8 preguntas diseñada para los encargados y supervisores del departamento de Producción, encuestando en total a 44 personas.

La encuesta fue diseñada según las necesidades de esta investigación, teniendo un acompañamiento y revisión con el jefe de planta de la fábrica que posterior a la aprobación del documento se procede a recopilar la información.

De las preguntas 1 a la 4 evaluaron la viabilidad y las preguntas 5 a la 8 evaluaron la factibilidad. Ver encuesta apéndice 3. Las variables a evaluar fueron las indicadas en la tabla VI de descripción de variables:

Tabla VI. **Descripción de variables**

Variable	Definición	% de aprobación de propuesta
Viabilidad	Si poda llevarse a cabo la propuesta e implementar el proyecto. Pregunta 1, 2, 3 y 4.	Porcentaje de aprobación o rechazo
Factibilidad	Si la propuesta podra hacerse por los insumos con los que se cuentan. Pregunta 5, 6, 7 y 8.	Porcentaje de aprobación o rechazo

Fuente: elaboración propia.

3.3.1. **Resultados de encuesta**

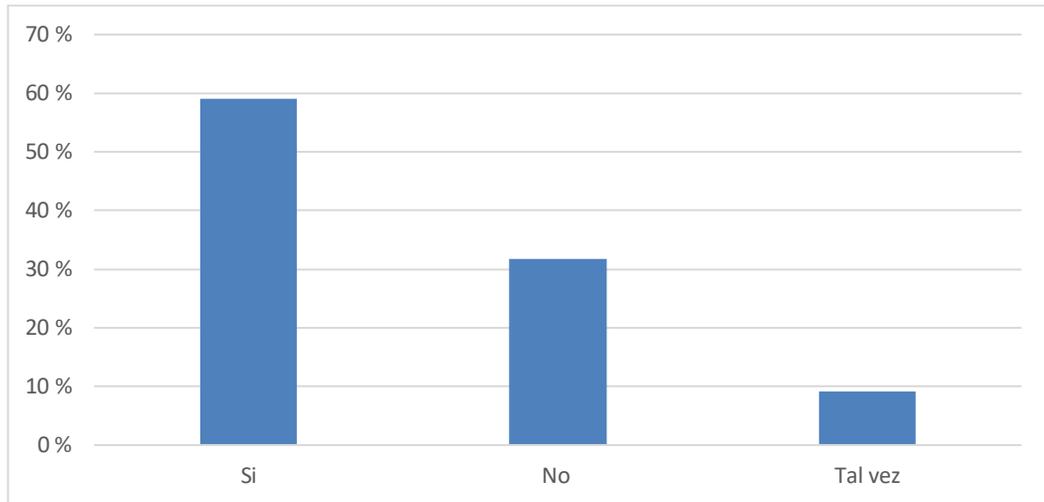
A continuación, se presentan los resultados obtenidos a través de tablas y gráficas:

Tabla VII. **Implementación de propuesta**

Respuesta pregunta 1	Cantidad de respuestas	% cantidad de respuestas
Si	26	59 %
No	14	32 %
Tal vez	4	9 %
Resultado	44	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Implementación de propuesta



Fuente: elaboración propia.

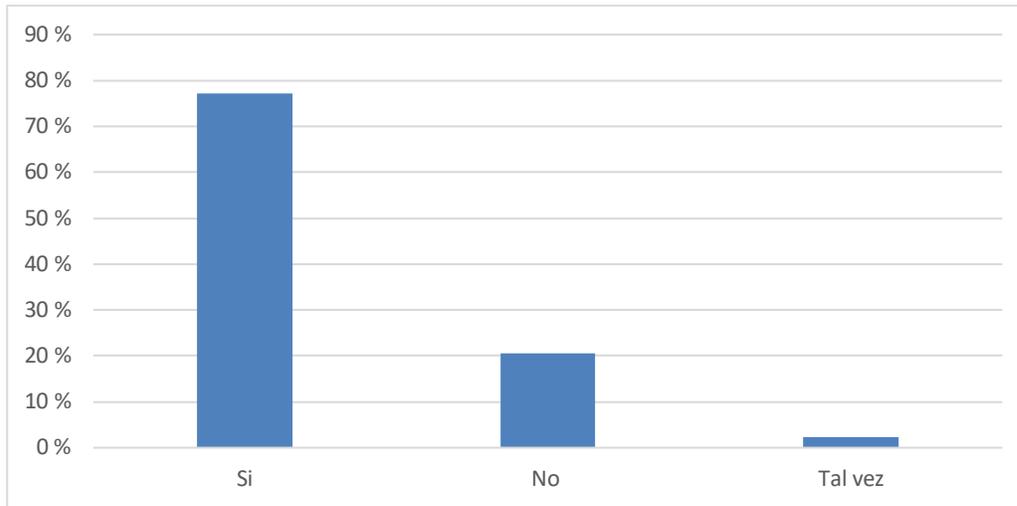
La tabla VII y figura 12, muestran que el 59 % de las personas encuestadas consideraron que era conveniente implementar la propuesta de una línea de manufactura para refrigeradores prototipo.

Tabla VIII. Competencias de los colaboradores

Respuesta pregunta 2	Cantidad de respuestas	% cantidad de respuestas
Si	34	77 %
No	9	20 %
Tal vez	1	2 %
Resultado	44	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Competencias de los colaboradores**



Fuente: elaboración propia.

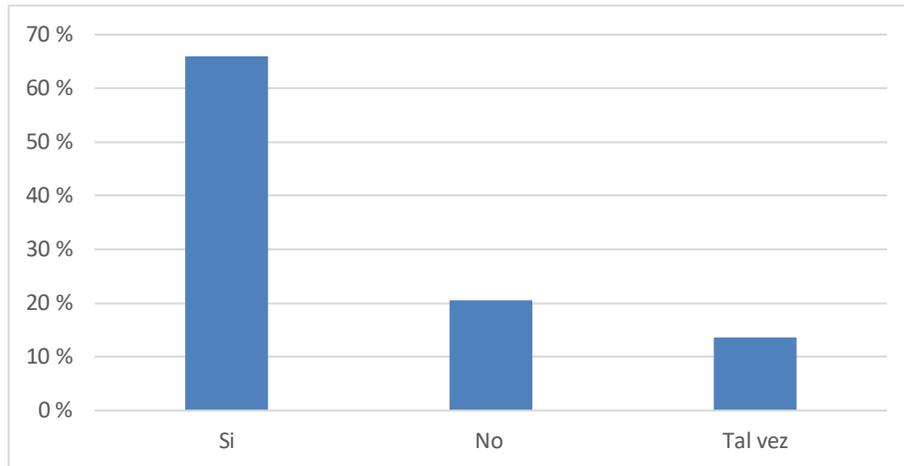
La tabla VIII y figura 13, muestran que el 77 % de las personas encuestadas consideraron que la empresa cuenta con colaboradores capaces de realizar el ensamble de prototipos de una manera eficiente y de calidad.

Tabla IX. **Área propuesta**

Respuesta pregunta 3	Cantidad de respuestas	% cantidad de respuestas
Si	29	66 %
No	9	20 %
Tal vez	6	14 %
Resultado	44	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Área propuesta**



Fuente: elaboración propia.

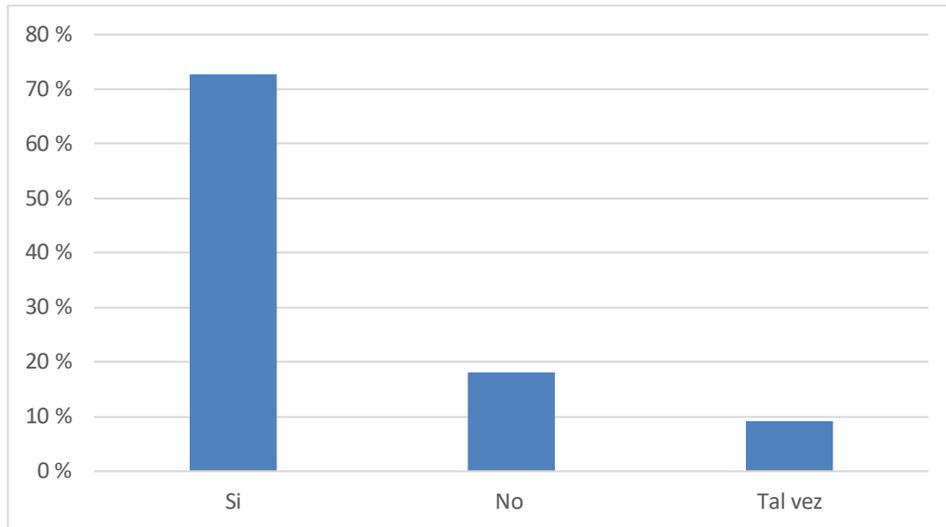
La tabla IX y figura 14, muestran que el 66 % de las personas encuestadas consideraron que el espacio físico propuesto es adecuado para la elaboración de tareas relacionadas a la línea de manufactura para refrigeradores prototipo.

Tabla X. **Insumos necesarios**

Respuesta pregunta 4	Cantidad de respuestas	% cantidad de respuestas
Si	33	73 %
No	8	18 %
Tal vez	4	9 %
Resultado	44	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Insumos necesarios



Fuente: elaboración propia.

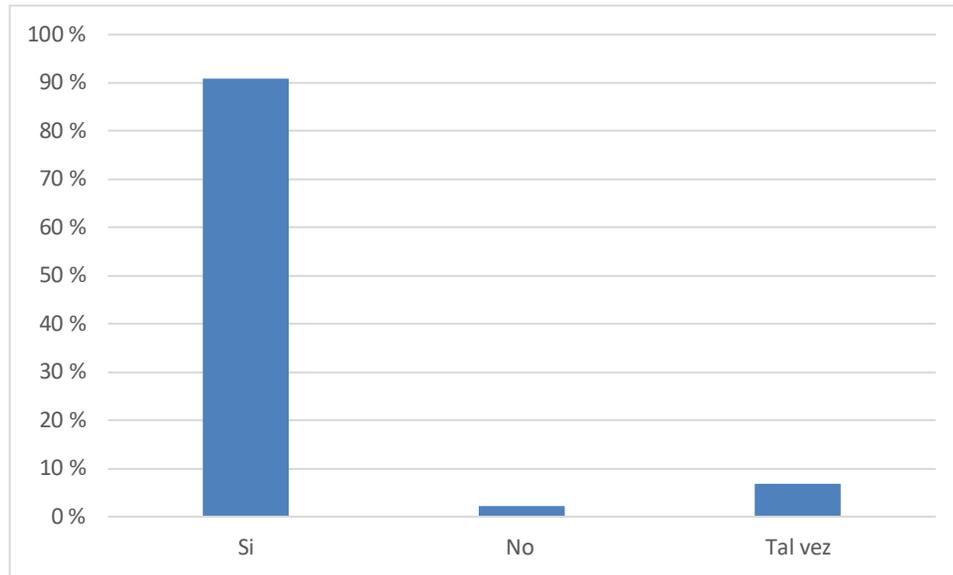
La tabla X y figura 15, muestran que el 75 % de las personas encuestadas consideraron se cuenta con todos los insumos necesarios para implementar la propuesta de una línea de manufactura para refrigeradores prototipo.

Tabla XI. Línea dedicada para prototipos

Respuesta pregunta 5	Cantidad de respuestas	% cantidad de respuestas
Si	40	91 %
No	1	2 %
Tal vez	3	7 %
Resultado	44	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Línea dedicada para prototipos



Fuente: elaboración propia.

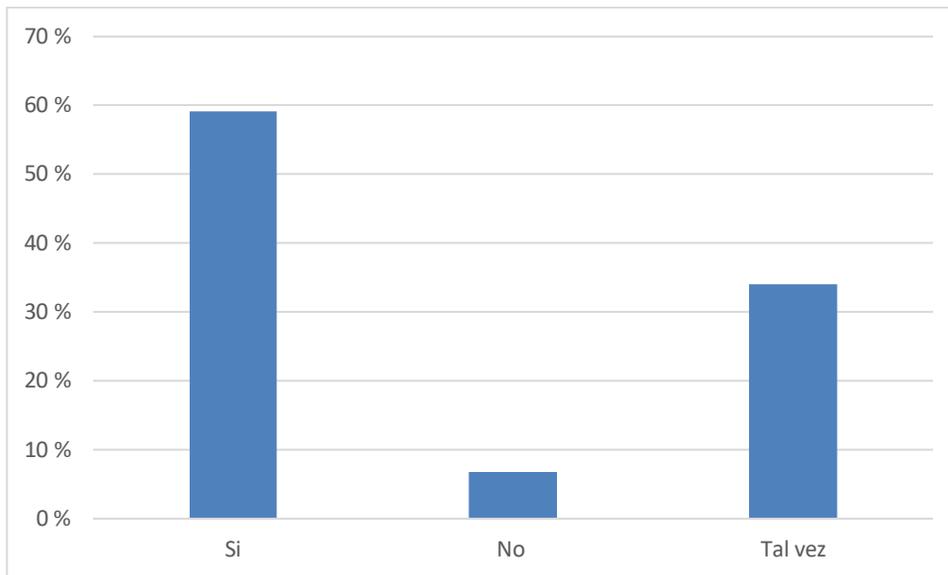
La tabla XI y figura 16, muestran que el 91 % de las personas encuestadas consideraron que al tener una línea dedicada a la manufactura para refrigeradores prototipos la eficiencia de la línea de producción se verá mejorada.

Tabla XII. Calidad de los prototipos

Respuesta pregunta 6	Cantidad de respuestas	% cantidad de respuestas
Si	26	59 %
No	3	7 %
Tal vez	15	34 %
Resultado	44	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Calidad de los prototipos



Fuente: elaboración propia.

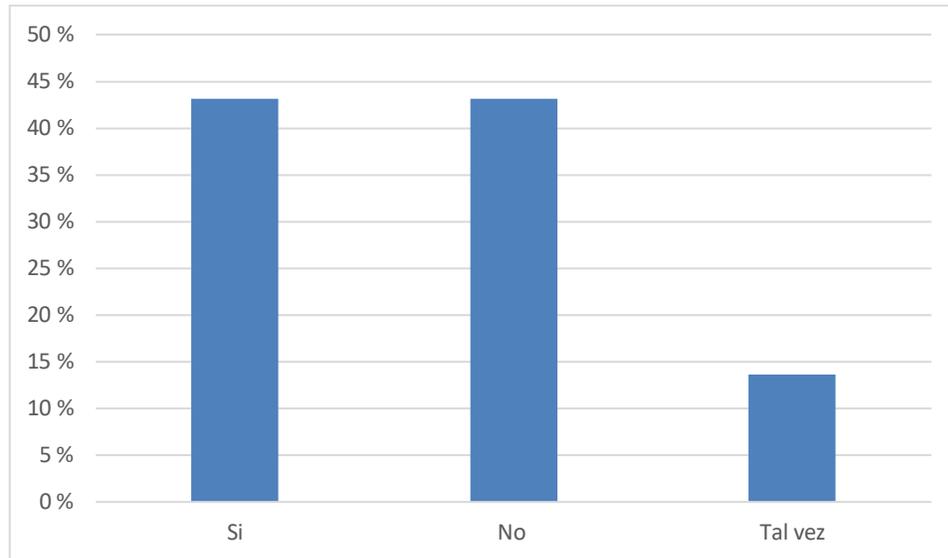
La tabla XII y figura 17, muestran que el 59 % de las personas encuestadas consideraron que la calidad de un prototipo será la misma que un equipo de producción.

Tabla XIII. Inversión por la empresa

Respuesta pregunta 7	Cantidad de respuestas	% cantidad de respuestas
Si	19	43 %
No	19	43 %
Tal vez	6	14 %
Resultado	44	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Inversión por la empresa**



Fuente: elaboración propia.

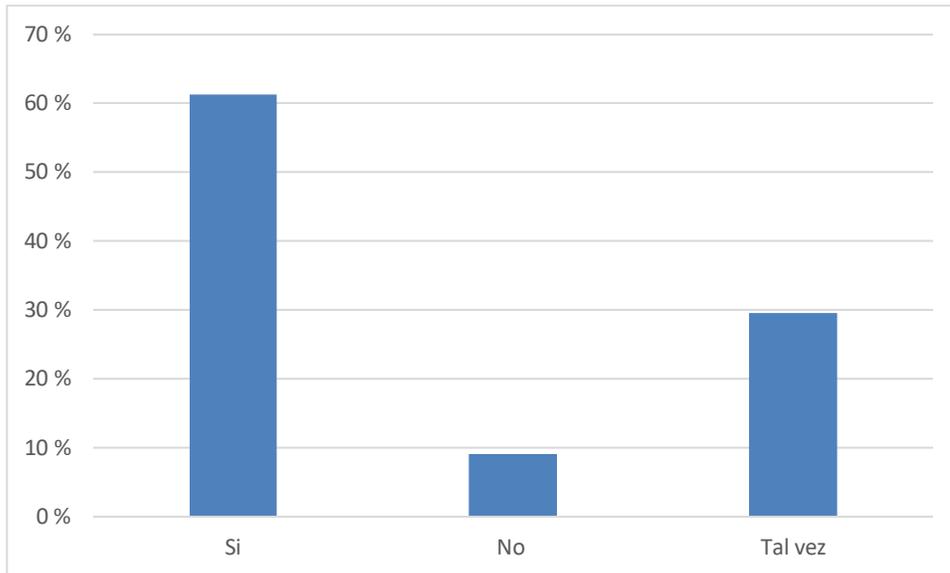
La tabla XIII y figura 18, muestran que el 43 % de las personas encuestadas consideraron que la inversión por parte de la empresa es alta al momento de implementar dicha propuesta.

Tabla XIV. **Beneficio de la empresa**

Respuesta pregunta 8	Cantidad de respuestas	% cantidad de respuestas
Si	27	61 %
No	4	9 %
Tal vez	13	30 %
Resultado	44	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Beneficio de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XIV y figura 19, muestran que el 61 % de las personas encuestadas consideraron que la empresa será beneficiada por tener una línea exclusiva para la manufactura de refrigeradores prototipos.

3.3.2. Ponderación de categorías

Los resultados de la encuesta indicaron la cantidad de personas que aprobaron, rechazaron o presentaron neutralidad en las preguntas realizadas, a pesar de ello es importante establecer un índice que exprese la aprobación general de cada pregunta.

La ponderación de las respuestas se muestra en la tabla XV de ponderación de categorías:

Tabla XV. **Ponderación de categorías**

Categorización	Ponderación
Aprobación	3
Tal vez	2
Rechazo	1

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se multiplica cada uno de los porcentajes de las respuestas de cada pregunta por su ponderación asignada en la tabla XV y el resultado se divide dentro de la cantidad de categorizaciones para que los valores obtenidos oscilen entre 0 y 1, como se indica en la fórmula 1 de valoración ponderada:

$$\text{Índice general ponderado} = \frac{\% A*3+\% B*2+\% C*1}{\text{Cantidad de categorizaciones}} \quad \text{Fórmula (1)}$$

Se ejemplificará el cálculo con los resultados de la pregunta 1 y posteriormente se tabularán los datos a representarse en la tabla XVI:

$$\text{Índice general ponderado} = \frac{59 \% * 3 + 9 \% * 2 + 32 \% * 1}{3} = 76 \%$$

Tabla XVI. Índice general ponderado

Número de pregunta	Índice general ponderado
1	76 %
2	86 %
3	82 %
4	85 %
5	96 %
6	84 %
7	67 %
8	84 %

Fuente: elaboración propia.

Los datos de la encuesta permitieron conocer es viable y factible la propuesta de una línea de manufactura de refrigeradores prototipo ya que todas superan el 50 %.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El diseño de la propuesta de la línea de manufactura para refrigeradores prototipo se estableció según la estructura de las líneas existentes para que los procesos sean estandarizados y el personal esté familiarizado con el equipo y herramientas a utilizar.

En lo que a instalaciones respecta se cuenta con un área aceptable para poder montar la línea de producción, es un área que no está siendo ocupada y que mejor que sea aprovechada para beneficio de la organización. Para los recursos físicos que se proponen utilizar en la línea de prototipo la organización no realizará inversión alguna ya que cuenta con los insumos necesarios y requeridos.

Con los resultados de la encuesta se valida la viabilidad y factibilidad de la propuesta del diseño de una línea de producción para prototipos en una fábrica de equipos de refrigeración comercial. El impacto de la propuesta se vería reflejado en la disminución de horas de paro o atraso generadas por el departamento de Investigación y Desarrollo.

Para la viabilidad se validó según las respuestas descritas a continuación: en la primer pregunta se obtuvo que el 59 % de las personas encuestadas consideran que es conveniente implementar la propuesta de la línea de manufactura para refrigeradores prototipo ya que cada mes son evaluados según resultados de equipos de refrigeración producidos. En la segunda pregunta, se obtuvo que el 77 % de las personas indicaron que la organización cuenta con personas capacitadas para laborar en una línea de refrigeradores prototipo,

debido que constantemente asisten a reuniones y charlas donde actualizan y enriquecen sus conocimientos. En la tercera pregunta el 66 % de las personas indican que la organización cuenta con el área requerida para la línea de prototipos, siendo crítico para la comodidad del colaborador al momento de hacer el ensamble o instalación de componentes. Y en la cuarta pregunta el 73 % del personal afirma que la organización cuenta con los insumos y recursos necesarios para montar una línea para refrigeradores prototipo, sin recurrir a gastos ya que son materiales con los que se cuentan, pero no se les da un uso útil.

Para la factibilidad se validó según las respuestas descritas a continuación: en la quinta pregunta el 91 % de los encuestados, casi que la totalidad de las personas consideran que la eficiencia de la línea de producción será mejorada debido que producirán más sin tener mayores atrasos. Para la sexta pregunta 59 % de las personas creen que la calidad del prototipo será similar o igual al de uno producido en la línea de producción. En la séptima pregunta el 43 % de las personas consideran que la organización cuenta con los recursos necesarios para implementar la propuesta. Y para la octava pregunta el 61 % de los encuestados indican que será de beneficio para la organización el tener una línea exclusiva para la manufactura de refrigeradores prototipo.

Al ponderar las respuestas se aprecia que en viabilidad el índice de aceptación ronda entre el 76 % al 85 %, siendo valores bastante aceptables e indicando que por las circunstancias planteadas se tiene alta probabilidad de que sea llevada a cabo la propuesta de una línea de manufactura para refrigeradores prototipo. Para la evaluación de factibilidad, al ponderar las respuestas de cada pregunta se obtuvo que el índice de aceptación está ente el 64 % al 96 % de aceptación por el personal. Al igual que la viabilidad se consideran valores

aceptables y que se puede hacer por los beneficios que representa a la organización.

La línea de manufactura para prototipos se limita únicamente a fabricar entre 1 o 2 refrigeradores prototipos debido que no se cuenta con el espacio suficiente para producir una cantidad superior, de necesitarse aumentar la capacidad de manufactura se deberá de evaluar y plantear las mejoras a la propuesta.

CONCLUSIONES

1. Se evidenció que la principal causa que generó horas de paro o atraso en la línea de producción fue la manufactura de refrigeradores prototipo por parte del departamento de Investigación y Desarrollo con 270.19 horas representando un 33 % del total registrado. Seguido de los departamentos de Producción 31 %, Ingeniería 11 %, Compras 9 %, Planificación 8 %, Manufactura esbelta 3%, Mantenimiento y Aseguramiento de Calidad con 2 % cada uno y Bodega de Materiales con 1 %.
2. El diseño de la propuesta se basó en la estructura de la línea existente, contando con lo más esencial para el adecuado funcionamiento. Los recursos a utilizarse se encuentran a disposición de la organización, por lo tanto, no generan gasto o inversión, siendo un beneficio adicional a la propuesta.
3. Para validar la investigación se realiza una encuesta a encargados y supervisores del departamento de Producción con una muestra de 44 personas. Obteniendo que la propuesta planteada es viable y factible de realizarse debido que las personas en mención indican que es de práctica implementación y que se cuenta a disposición de todos los recursos indicados para una futura implementación.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar cómo aplicar mejoras en las líneas de manufactura a través de herramientas de calidad para alcanzar beneficios como tener el óptimo aprovechamiento de recursos humanos y materiales, dar rápida resolución de problemas, aumentar la competitividad con la reducción de costos, mejorar el ambiente laboral para los colaboradores, reducción de desperdicios y que sus operaciones no se traduzcan a daños al medio ambiente.
2. Analizar las causas de los departamentos responsables en generar paros o atrasos y aplicar planes de acción con una estructura que contenga objetivos, estrategias, recursos humanos y físicos para mitigar o eliminar cualquier problema que se tenga en la organización.
3. Presentar a la dirección la propuesta exponiendo las ventajas que presenta la implementación de una línea de manufactura de prototipo a los departamentos de Producción e Investigación y Desarrollo, indicando que la organización ya cuenta con los recursos humanos y físicos a utilizar.
4. Estudiar el diseño de una línea de manufactura para refrigeradores prototipo, debido a que resulta ser accesible, es un proyecto de alto beneficio y de baja inversión porque la organización cuenta con los recursos físicos y humanos. Cabe resaltar que debe de analizarse la propuesta para lograr determinar o establecer el tiempo en el cual puede

ejecutarse, para iniciar a obtener los beneficios de tener una línea exclusiva para refrigeradores prototipo.

5. Analizar las horas de atraso o paro generadas por los demás departamentos, debe de proponerse realizar un estudio para determinar como el departamento de Producción puede relacionarse y comunicarse de una forma más efectiva, evidenciando así la influencia entre departamentos y que se controle cualquier situación que no sea de beneficio para la fábrica.

REFERENCIAS

1. Álvarez, M. (2009) *Los valores dinámicos* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_2311.pdf
2. Corte, E. (2015). *Estudios de los parámetros de operación de un refrigerador domestico que opera con refrigerante R600a*. (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador.
3. Cero grados Celsius. (2013). *El refrigerador doméstico*. Recuperado el 5 de junio del 2020 de <https://0grados.com.mx/el-refrigerador-domestico/>.
4. Escalante, E. Aguilar, M. y Hernández, Y. (2010). *Líneas de Producción en la Empresa A Schulman de México*. San Luis Potosí, México.
5. IBM Corp (2006). *Prototipos*. Recuperado el 5 de junio del 2020 de https://cgrw01.cgr.go.cr/rup/RUP.es/SmallProjects/core.base_rup/guidances/concepts/prototypes_9D1E67A.html
6. Ideas y recursos. (2020) *Interpretación de planos*. Recuperado el 05 de junio del 2020, de <https://rebasando.com/bricolaje/801-interpretacion-de-planos>.

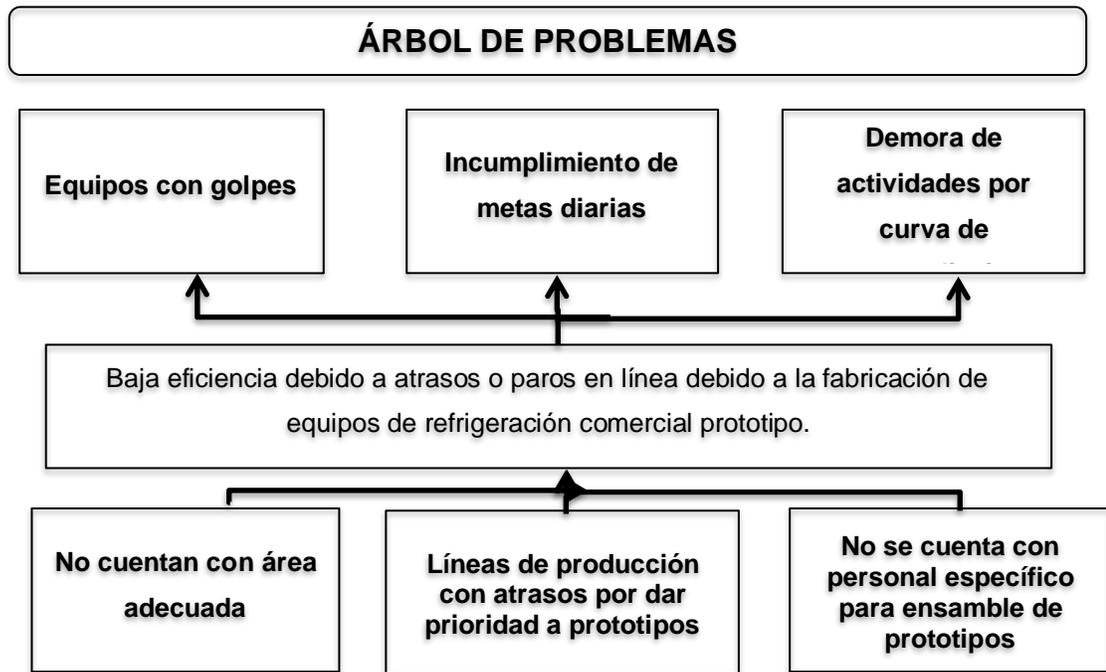
7. EAE Business School. (2018). *Retos en cadenas de suministro*. Recuperado el 5 de junio del 2020 de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/tipos-de-sistemas-de-produccion-industrial-y-sus-caracteristicas/>
8. Gonzales, C. (2008). *Desarrollo de un estudio de tiempos y movimientos, en las líneas de producción en un industria farmacéutica*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
9. Palacios, J. (2002). *Estrategias de ponderación de la respuesta de encuestas de satisfacción de usuarios de servicios*. Universidad Complutense de Madrid, España.
10. Leanroots. (2010). *Balanceo de líneas*. http://www.leanroots.com/line_balancing.html.
11. LG (2015). *Refrigerador se calienta por los costados, por el frente o por las puertas*. Recuperado el 5 de junio del 2020, de <https://www.lg.com/cl/soporte/ayuda-producto/CT20106034-20151977256298>.
12. López, C. (2016). *Diseño del montaje de la línea de producción de tarimas de madera en la empresa tarimas palo blanco S. A.* (Tesis de licenciatura). Universidad de san Carlos de Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0820_MI.pdf.

13. Méndez, I. (2010). *El diseño gráfico en la creación de personajes de publicidad*. Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
14. Morocho, I. y Ruiz, B. (2016). *Instrumentación de un refrigerador doméstico para la toma de datos de presión y temperatura*. (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador.
15. Muñoz, H. (2008). *Líneas de producción*. Recuperado el 13 de agosto del 2019 de <http://productionlines.blogspot.com/2008/06/lineas-de-produccion.html>.
16. Pérez, M. Durán, D. y Ortega, L. (2015). *Líneas de producción*. Prezi. Recuperado el 13 de agosto del 2019, de <https://prezi.com/3bwqum32bdli/lineas-de-produccion/>.
17. Porto, J. y Merino, M. (2015). *Definición de prototipo*. Recuperado el 13 de agosto del 2019, de <https://definicion.de/prototipo/>.
18. Real Academia Española. (s.f.). *Diccionario de la lengua española* (22ª ed.). Madrid: Autor. Recuperado de <https://dle.rae.es/?id=DuKP0H9>.
19. Real Academia Española. (s.f.). *Diccionario de la lengua española* (22ª ed.). Madrid: Autor. Recuperado de <https://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=prototipo>.

20. Gómez, D., Carranza, Y., y Ramos, C. (diciembre, 2016). Revisión documental, una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios. *Chakiñan, Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades*, (1), 46–56. Recuperado de <http://Dialnet-RevisionDocumentalUnaHerramientaParaElMejoramiento-6294862>.
21. Rodríguez, B. (2005). *Optimización de los procesos y procedimientos de una planta de producción a través de un estudio de métodos*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
22. Sánchez, V. (2002). *Mejoramiento de la línea de producción de clavos negros de una planta procesadora de alambres de acero*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
23. Torres, I. (2020). *¿Cuál es la diferencia entre proceso y procedimiento?*. Recuperado el 5 de junio del 2020 de <https://iveconsultores.com/diferencia-entre-proceso-y-procedimiento/>.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Árbol de problema**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

Tema	Título	Problema	Pregunta central	Pregunta secundaria	Objetivo general	Objetivo específico
Producción	Diseño de una línea de producción para prototipos en una fábrica de equipos de refrigeración comercial ubicado en la ciudad de Guatemala	En la empresa una de las líneas de producción no presenta cumplimiento con las metas diarias establecidas y esto se debe a paros o atrasos por parte de subensambles, áreas comunes, bodega, compras, diseño, principalmente la manufactura de prototipos.		¿Cuáles son las principales causas que afectan la eficiencia de la línea de producción?		Evidenciar cuales son las principales causas que afectan la línea de producción a través del software de recolección de datos usado en la organización.
			¿Cómo se pueden manufacturar refrigeradores prototipos sin generar atrasos en la línea de producción?	¿Cuál es el proceso a seguir para el diseño de una línea de manufactura para prototipos?	Diseñar una línea de producción para prototipos en una fábrica de equipos de refrigeración comercial ubicado en la ciudad de Guatemala.	Elaborar la propuesta de las operaciones que debe de contener la línea de manufactura para prototipos y así cuente con los lineamientos de las líneas existentes.
				¿Cómo se validará la propuesta de implementación del diseño de una línea de manufactura para refrigeradores prototipos?		Validar a través de herramientas de recopilación de datos la propuesta de diseño.

Fuente: elaboración propia.

