

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ADMINISTRATIVA E INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA, Y SU INFLUENCIA EN  
LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA  
FADIMSA S.A. 2018.**

**Presentado por el Bachiller: SARAVIA LINARES, Enrique  
Para optar el Título de: INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**ASESOR**

**VALDIVIA SANCHEZ LUIS ALBERTO**

**LIMA – PERÚ 2019**

# Índice

Resumen .....	v
Abstract.....	vi
Introducción.....	1
<b>CAPÍTULO I MARCO TEÒRICO DE INVESTIGACIÒN .....</b>	<b>3</b>
1.1 Marco histórico.....	3
1.2 Bases teóricas .....	3
1.3 Investigaciones o antecedentes del estudio .....	19
1.4 Marco conceptual .....	25
<b>CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÒTESIS Y VARIABLES .....</b>	<b>27</b>
2.1 Planteamiento del problema .....	27
2.1.1 Descripción de la realidad problemática .....	27
2.1.2 Antecedentes teóricos .....	27
2.1.3 Definición del problema general y específicos.....	29
2.2 Objetivos, delimitación y justificación de la investigación.....	29
2.2.1 Objetivo general y específico .....	29
2.2.2 Delimitación del estudio.....	29
2.2.3 Justificación e importancia del estudio.....	30
2.3 Hipótesis, variables y definición operacional.....	30
2.3.1 Supuestos teóricos .....	30
2.3.2 Hipótesis general y específica .....	31
2.3.3 Variables, definición operacional e indicadora .....	31
<b>CAPÍTULO III: METODO, TÈCNICA E INSTRUMENTO .....</b>	<b>33</b>
3.1 Tipo de investigación.....	33
3.2 Diseño a utilizar.....	33
3.3 Universo, población, muestra y muestreo .....	33
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	33
3.5 Procesamiento de datos. ....	34

CAPÍTULO IV: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	36
4.1 Presentación de resultados.....	36
4.2 Contratación de hipótesis.....	58
4.3 Discusión de los resultados.....	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
Conclusiones.....	64
Recomendaciones.....	65
BIBLIOGRAFIA.....	66
ANEXOS.....	70

## Índice de tablas

Tabla 1 Símbolos del diagrama de actividades .....	13
Tabla 2 Factores de Coeficiente distribución de planta “K” .....	18
Tabla 3 Matriz de operalización de variables .....	32
Tabla 4 Diseño del experimento .....	33
Tabla 5 Distancia entre las distintas áreas de la empresa .....	40
Tabla 6 Estudio de tiempos de la distancia entre maquinas del sistema actual .....	41
Tabla 7 Estudio de tiempo de ciclo del procesos del sistema actual .....	42
Tabla 8 Estudio de unidades producidas promedio, del sistema actual.....	43
Tabla 9 Dimensiones de las maquinas, de las estaciones de trabajo .....	44
Tabla 10 Áreas estáticas de las maquinas.....	44
Tabla 11 Áreas gravitacionales de las maquinas .....	45
Tabla 12 Área de evolución de las maquinas .....	45
Tabla 13 Distancia entre las distintas maquinas del sistema mejorado .....	47
Tabla 14 Estudio de tiempo de las maquinas del sistema mejorado .....	48
Tabla 15 Estudio del tiempo de ciclo de producción del sistema mejorado.....	51
Tabla 16 Estudio de unidades promedio producidas en el sistema mejorado .....	51
Tabla 17 Resumen de los indicadores del sistema actual y sistema mejorado.....	52
Tabla 18 Resumen del número de datos del tiempo de ciclo del sistema actual.....	52
Tabla 19 Estadísticos descriptivos del tiempo de ciclo promedio del sistema actual .....	53
Tabla 20 Resumen del número de datos del producción sistema actual .....	53
Tabla 21 Estadísticos descriptivos de la producción del sistema actual.....	54
Tabla 22 Resumen del número de datos del tiempo de ciclo sistema mejorado .....	55
Tabla 23 Estadísticos descriptivos tiempo de ciclo de producción del sistema mejorado .....	55
Tabla 24 Resumen del número de datos producción de ciclo sistema mejorado .....	56
Tabla 25 Estadísticos descriptivos de producción del sistema mejorado .....	56
Tabla 26 Estadísticos descriptivos tiempo de ciclo sistema actual y sistema mejorado .....	57
Tabla 27 Estadísticos descriptivos producción sistema actual y sistema mejorado .....	58
Tabla 28 Estadísticos de prueba de normalidad de las variables.....	59
Tabla 29 Estadísticos inferenciales de prueba de normalidad de las variables .....	59
Tabla 30 Estadístico descriptivos de pre prueba y post prueba de producción .....	60
Tabla 31 Estadístico inferenciales de pre prueba y post prueba de producción .....	60
Tabla 32 Resultados de hipótesis 01.....	61
Tabla 33 Estadístico descriptivos de pre prueba y post prueba del tiempo ciclo .....	62
Tabla 34 Estadístico inferenciales de pre prueba y post prueba del tiempo ciclo .....	62

## Índice de imágenes

Imagen 1 Diagrama de operaciones.....	14
Imagen 2 Diagrama de actividades.....	15
Imagen 3 Diagrama de recorrido .....	16
Imagen 4 Distribución de planta de la empresa Fafinsa S.A. C .....	36
Imagen 5 Diagrama de operaciones de tapas de hierro fundido.....	38
Imagen 6 Diagrama de recorrido del sistema actual.....	39
Imagen 7 Diagrama de actividades del sistema actual .....	40
Imagen 8 Diagrama de recorrido del sistema mejorado .....	46
Imagen 9 Diagrama de actividades del sistema mejorado.....	48

## Resumen

Esta investigación tiene como objetivo general determinar la nueva distribución de planta que incrementé la producción en la empresa Fadimsa S.A. Los objetivos específicos son determinar las nuevas distancias de recorrido de la distribución de planta que incrementé la producción en la empresa Fadimsa S.A.C y determinar los nuevos tiempos de recorrido de la distribución de planta que incrementé la producción en la empresa Fadimsa S.A., para lograr esto se usó técnicas de ingeniería Industrial y pruebas inferenciales para demostrarlo.

El tipo de investigación de la presente investigación es observacional, retrospectiva y longitudinal y según las variables es analítica. El diseño que se utilizó es pre experimental, cuantitativo. El tamaño de la población de fierro fundido, fue la producción de 10 semanas, por ser un proceso continuo infinito. La muestra que se tomó, fue la producción de fierro fundido fue de 10 semanas, por ser la población pequeña. Se validó los instrumentos por 3 especialistas Ingenieros Industriales, administrativos o afines.

Se llegó a demostrar en esta investigación, que la capacidad de producción de la planta se incrementó de 26.96 unidades semanales a 29.87 unidades semanales. Se determinó la distancia de recorrido se logró reducir de 144 mts del sistema actual (pre prueba) a 62 mts en el sistema mejorado (post prueba) y por último se demostró estadísticamente que la nueva distribución de planta, redujo su tiempo de ciclo de producción del sistema actual (pre prueba) de 534.11 a 482.28 minutos (post prueba), logrando una mejora efectiva en la empresa Fadimsa S.A. Mediante esta investigación se logró demostrar que la distribución de planta, influye en la mejora de la productividad en la empresa Fadimsa S.A. 2018, logrando de esta manera los objetivos trazados en la presente investigación.

### Problema General

¿Como la nueva distribución de planta incrementará la producción en la empresa fadimsa S.A.?

### Objetivo General

Determinar la nueva distribución de planta que incrementé la producción en la empresa fadimsa S.A.

Palabras claves: Distribución, planta, tiempos, procesos, producción y productividad, eficiencia.

## **Abstract**

This research has as a general objective to determine the new plant distribution that increased production in the company Fafimsa S.A.C. The specific objectives are to determine the new travel distances of the plant distribution that increased the production in the Fafimsa SAC company and determine the new travel times of the plant distribution that increased the production in the Fafimsa SAC company, to achieve this He used Industrial engineering techniques and inferential tests to prove it.

The type of investigation of the present investigation is observational, retrospective and longitudinal and according to the variables it is analytical. The design that was used is pre experimental, quantitative. The size of the population of cast iron was the production of 10 weeks, as it is an infinite continuous process. The sample that was taken, was the production of molten iron was 10 weeks, being the small population. The instruments were validated by 3 specialists Industrial Engineers, administrative or related.

It was shown in this investigation that the production capacity of the plant increased from 26.96 units per week to 29.87 units per week. It was determined the distance of travel was achieved reduced from 144 meters of the current system (pre test) to 62 meters in the improved system (post test) and finally it was statistically demonstrated that the new plant distribution, reduced its production cycle time of the current system (pre test) from 534.11 to 482.28 minutes (post test), achieving an effective improvement in the company Fadimsa SAC Through this investigation it was possible to demonstrate that the distribution of the plant influences the improvement of productivity in the company Fadimsa S.A.C, 2018, thus achieving the objectives set out in the present investigation.

**Keywords:** Plant distribution, study of times, production processes, production and productivity.

## **Introducción**

Uno de los grandes problemas de las empresas a nivel mundial, es enfrentar la globalización. Una forma de enfrentar esta globalización, es que la empresa se optimice permanentemente en sus procesos productivos, con la finalidad de elevar su capacidad de producción y eficiencia, esto lo ayudará a enfrentar la gran demanda que se genere por los efectos de la globalización y los grandes cambios que suceden en realidad, así lo afirma Peter Drucker cuando manifestó que “Cualquier institución que duplica o triplica su tamaño, o que sobreviva tres décadas, tiene que reinventarse a sí misma”, así lo indica (Solano, 2002), en su artículo intitulado “Cualquier institución que duplica o triplica su tamaño, o que sobreviva tres décadas, tiene que reinventarse a sí misma”.

Una forma de mejorar la capacidad de producción y efectividad, es plantear una redistribución de planta, con la finalidad de optimizar los recursos de los procesos productivos, así lo manifiesta (Puma, 2011). Uno de estos procedimientos es el método de Guercht, que al aplicarlo incrementara su capacidad de producción y eficiencia de la planta, así lo manifiesta (Espino, 2018).

Esta distribución de planta generara un mayor flujo de operaciones, logrando de esta manera incrementar el número de unidades producidas, minimizando los costó e incrementado la seguridad del personal, así lo indica (Rau, 2009).

Ante esta realidad y observando los problemas que existen en la empresa Fadimsa S.A. la presente investigación, busca mejorar la capacidad de producción de la empresa a través de distribución de planta, en forma técnica y científica.

Para demostrar esta investigación se generó un objetivo general y dos objetivos específicos, siendo las variables producción, distancia y tiempo de ciclo, mediante los cuales se demostró estadísticamente que existe una mejora de la capacidad de producción, cuando se realiza una distribución de planta en forma técnica.

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera:

Capítulo I. En este capítulo se analizó el marco histórico de la distribución de planta, desde sus inicios de la primera revolución industrial, pasando posteriormente a desarrollar las bases teóricas que fundamentan nuestra investigación. Se incluirá investigaciones internacionales y nacionales que se encontrados respecto a la distribución de planta o similares, para terminar finalmente con el marco conceptual de la investigación.

Capítulo II. En este capítulo se desarrolló el planteamiento del problema, la descripción de la realidad problemática, así como la definición del problema general y específico, posteriormente se realizó el planteamiento del objetivo general y específico, la delimitación de estudio, así como su justificación. A continuación, se desarrolló las hipótesis generales y específicas, generando los supuestos teóricos, y mostrando la definición operacional de las variables.

Capítulo III. A Se desarrolló la metodología de investigación, correspondiente al presente



trabajo, como su tipo de diseño, la población, el tamaño de la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y la forma como se procesó las mismas.

Capítulo IV. En este acápite se enumera los resultados obtenidos en la presente investigación, comenzando con el levantamiento de la información del sistema actual (pre prueba), después se realizó la propuesta de mejora (post prueba). A continuación, se realizó la contrastación estadística de la hipótesis general, así como la contrastación estadística de las pruebas de las hipótesis específicas y finalmente se realizó la discusión de los resultados, confrontándolo con investigaciones anteriores.

Las conclusiones y recomendaciones a la que se ha llegado con la presente investigación.

# CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 Marco histórico

En el Reino Unido, entre los años 1760 y 1890, se dio la primera revolución industrial, en esta etapa se dieron grandes cambios entre ellos tenemos que el trabajo del campo se trasladó a fábricas de productos primarios a bienes manufacturados y de servicio, generando grandes volúmenes de producción y por lo tanto la eficacia de estas empresas y este crecimiento de la producción se dio en pequeñas áreas reducidas, apareciendo de esta manera la especialización del trabajo y máquinas especializadas en una tarea puntales, y estos elementos, son los que caracterizaron a la primera revolución industrial.

La segunda revolución industrial se dio en los años 1860, donde se generaron cambios mayores que en la primera revolución, tratando de aumentar el volumen de producción, así como la eficacia de las mismas.

En la segunda revolución industrial, apareció las primeras distribuciones de planta, ante la necesidad de incrementar la producción y eficiencia posible, para lograr esto ellos observaron que tenían gran concentración de maquinarias en pequeños espacios reducidos, y estos espacios reducción impedían incrementar el volumen de producción y es ese momento que encargaron a los arquitectos de la época a desarrollar sistemas de distribución de sus maquinarias, que le generen mayor eficiencia de producción.

Los resultados obtenidos por estos arquitectos en la distribución de planta, observaron que los costos de producción se reducían, por el simple hecho de reorganizar la distribución de plante, convirtiéndose de esta manera en un objetivo económico para las empresas, demostrando de esta manera que una buena distribución de planta puede incrementar la productividad de las mismas.

Las primeras distribuciones de planta fueron orientadas exclusivamente a la orientación de las máquinas, sin tomar en cuenta otros factores de producción, como la mano de obra los materiales, la organización y los procedimientos establecidos.

Al observar que solo se tenía en cuenta la distribución de la maquinaria, y no los otros factores, los propietarios se dieron cuenta, que en la distribución de planta también se debía incluir los otros factores, para incrementar aún más su volumen de producción y eficiencia de sus procesos, y de esa manera nació la distribución de planta, según (SlideShare, 2018)

## 1.2 Bases teóricas

### a.- Distribución de planta

#### a.1.- Definición.

La distribución de planta se define como el proceso organización de los factores de producción, que participan en el proceso de producción de la empresa, con la finalidad de incrementar el volumen de producción y la eficiencia de las mismas, y para lograr esto se hace necesario una

ubicación adecuada de los espacios disponibles dentro de la empresa, según (Mejía, Wilches, Galofre, & Montenegro, 2011).

### **a.2.- Objetivos de distribución de planta.**

Como la finalidad de los empresarios es incrementar el volumen de producción, con la mayor eficiencia posible los objetivos de distribución de planta que se debe alcanzar, según (Lopez, 2014):

- Integración de todos los factores que afecten la distribución. Que consiste en que los diversos factores, como materia prima, mano de obra, maquinaria, organización y procedimientos, este relacionados entre sí, de tal manera que incremente su eficiencia y productividad
- Movimiento de material según distancias mínimas. Este objetivo señala que las actividades o maquinarias que más se relaciona, por el proceso de producción, deben estar lo más cerca posible y para lograr esto deben estar a la mínima distancia posible, pero cumpliendo las especificaciones técnicas que se necesitan.
- Circulación del trabajo a través de la planta. Este objetivo busca señalar, que no solo debe producir lo máximo cada estación, sino que además a la hora de realizar la distribución de planta, se debe tener en cuenta el traslado de los productos en proceso entre áreas, generando de esta manera una circulación adecuado de los productos y no generando cuellos de botellas.
- Utilización “efectiva” de todo el espacio. Otro objetivo fundamental de la distribución de planta es la utilización efectiva del espacio, eso no significa el espacio mínimo, si no el espacio necesario y técnico, que se debe tener, para que el operario y máquina, tengan el espacio suficiente para poder desarrollar sus actividades, sin ningún problema.
- Mínimo esfuerzo y seguridad en los trabajadores. Uno de los factores dentro de los procesos productivos de la empresa, es el cansancio de los trabajadores, este cansancio afecta la productividad de los procesos, por ese motivo el objetivo de una buena distribución de planta es organizarlo de tal manera, que el trabajador realice el mínimo esfuerzo y con la mayor seguridad posible, por parte del trabajador.
- Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones. Otro objetivo clave para la distribución de planta es la flexibilidad de sus operaciones, porque actualmente la globalización, hace que los productos sean muy competitivos a la hora de cubrir las necesidades del cliente, y la globalización hace que los clientes sean muy vulnerables al cambio, es decir a requerir nuevas especificaciones técnicas de los productos que requiere.

### **a.3.- Organización y tecnología de procesos.**

La organización de los de los procesos productivos se puede definir como procesos de flujo variable y procesos de flujo intermitente.

Las características de estos procesos se describen a continuación.

#### **a.3.1.- Proceso de Flujo variable.**

Las características principales de este proceso de producción es la gran variedad de productos, que se pueden obtener, según las necesidades del cliente y con un personal mínimo, los trabajadores son altamente calificados y los trabajadores operan equipos generales, la comunicación de la fuerza laboral con la administración es informal.

#### **a.3.2.- Proceso de Flujo intermitente.**

Este proceso de producción se caracteriza por elaborar grandes lotes de producción, combinados con equipos de propósito especial, la fuerza laboral debe ser altamente calificado y flexible, la programación de una línea debe más limitada y de tamaños mayores, para alcanzar la eficiencia del proceso productivo, según. (Caba, Chamorro, & Fontalvo, S.f)

#### **a.4.- Tipos de distribución de planta.**

Según (Salas, 2018), manifiesta que el tipo de distribución adecuado para una empresa, va a depender del flujo o patrón de producción del artículo que se desea elaborar, según los estudios realizados la distribución de planta pueden ser: Distribución por producto, Distribución por proceso, Distribución de posición fija y Tipo híbrido (Distribución de tecnología de grupos o celular).

##### **a.4.1 Distribución por producto:**

Este tipo de distribución de planta, donde el ordenamiento del proceso productivo va a depender de los distintos pasos que se necesiten realizar para elaborar un producto, las máquinas se ordenan en función a esta secuencia productiva, generalmente a este tipo de procesos se le llama línea de producción. Ejemplo: manufactura de pequeños aparatos eléctricos: tostadoras, planchas, batidoras; aparatos mayores: lavadoras, refrigeradoras, cocinas; equipo electrónico: computadoras, equipos de discos compactos; y automóviles.

##### **a.4.2 Distribución por proceso:**

Este tipo de producción se llama distribución de taller de trabajo o distribución por función, donde los equipos o maquinarias se agrupan por funciones similares, como por ejemplo área de cepillado,

área tornos, área de acabados, área de pintado, etc. Los productos que se elaboran son diversos y sus secuencias de producción de cada uno de ellos varían en función del tipo del producto que se desea elaborar.

#### **a.4.3 Distribución de tecnología de grupos o celular.**

Esta distribución de tecnologías de grupos o celular, se parece a la distribución por proceso, ya que se diseñan áreas (celdas) para realizar un proceso específico. También tiene características del sistema de distribución por producto, pues las celdas se dedican a una gama limitada de productos. Ejemplo: manufactura de circuitos impresos para computador, confecciones. El objetivo general es obtener los beneficios de una distribución por producto en la producción de tipo de taller de trabajo.

Estos beneficios incluyen:

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

#### **a.5.- Principios básicos de la distribución de planta.** Según (Diego, 2006)

Los objetivos de una distribución de planta se pueden resumir y plantearse principios que se deben cumplir, para de esa manera establecer una metodología que ayude a la optimización de la distribución de planta y por consecuencia generar mayor productividad con mayor eficiencia, estos principios son:

- Principio de la integración de conjunto. Actividades en la distribución de planta que se debe tomar en cuenta a los operarios, los materiales, la maquinaria, así como cualquier otro factor, de tal manera que busque un equilibrio entre ello y que genere una mayor eficiencia entre ellos.
- Principio de la mínima distancia recorrida. Busca encontrar las mínimas distancias de recorrido, entre los materiales y las operaciones que se realizan, de tal manera que se reduzcan los tiempos de transporte y por lo tanto los tiempos de ciclo de producción.

- Principio de la circulación o flujo de materiales. La distribución de planta debe cumplir este principio, porque si no existe una fluidez de materiales, se genera un cuello de botella de transporte entre las distintas operaciones, por eso es muy importante tomar en cuenta este principio.
- Principio del espacio cúbico. En la distribución de planta se debe tener en cuenta el principio de espacio cubico, porque así se tendrá la seguridad de tener un sistema efectivo, donde el trabajador se desarrolla y ese espacio tiene que ser tanto vertical como horizontal.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad (confort).- Se ha demostrado que cuando el trabajador se siente seguro con los materiales que trabaja, incrementa su productividad y eficiencia.
- Principio de la flexibilidad “en igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes”.

## **b.- Producción**

### **b.1.- Dirección de operaciones.**

La dirección de operaciones es el área que se ocupa de la elaboración de bienes y servicios que la gente adquiere y usa todos los días. Su función principal es la de planificar la organización de la producción y alcanzar sus metas mediante la eficiente adquisición y utilización de recursos, según (Carro & Gonzales, s.f)

### **b.2.- Definición de producción.**

Es la cantidad de bienes y servicios elaborados en condiciones de producción pre fijadas y es la función principal de la actividad empresarial, (Carro & Gonzales, s.f)

### **b.3.- Sistemas de producción.**

Las empresas industriales, organizan sus procedimientos de producción, en función de las características del producto y estos pueden ser: sistemas de producción enfocada al producto, el enfocado al proceso y la tecnología de grupo/manufactura celular.

#### **b.3.1.- Enfocado al producto.**

Este tipo de sistema de producción, se da cuando los departamentos o áreas se organizan en función del producto o servicio, es decir que la organización de la planta debe seguir la secuencia del producto que se desarrolla según (Caba, Chamorro, & Fontalvo, S.f).

### **b.3.2.- Enfocado al proceso.**

Este sistema de producción enfocado en los procesos y se enfoca en agrupar las operaciones que tengan procesos tecnológicos parecidos y de esta manera se genera un departamento de producción como, por ejemplo, el área de maquinado, área de pinturas, áreas de calidad, etc.

Los sistemas enfocados a los procesos también se conocen comúnmente como talleres de tareas ya que los productos pasan de un departamento al siguiente en lotes (tareas) que en lo general han quedado terminados por los pedidos de los clientes, según (Caba, Chamorro, & Fontalvo, S.f).

### **b.4.- Factores que afectan la productividad.**

Los factores que afectan a la productividad de una empresa son: según (Vigo, 2012)

- Con respecto a factores externos de la empresa
  - Reglamentación del gobierno
  - Competencia
  - Requerimientos de cliente
  - Política económica del gobierno
  - Infraestructuras
  - Estabilidad política
  - Entorno político
  - medio ambiente.
- Con respecto a la administración
  - La generación de nuevo conocimiento
  - Aprendizaje organizativo
  - Toma de decisiones centralizadas
  - Estilos de dirección.
- Con respecto a la fuerza laboral
  - Mezcla de la fuerza de trabajo
  - Estabilidad laboral

- Influencia sindical
- Capacitación
- Remuneraciones
- Calidad de la fuerza laboral
- Calidad de destrezas laboral.
- Con respecto a requerimientos
  - Energía
  - Compras
  - Inventarios
  - Diseño del producto
  - Materiales
  - Logística
  - Sistemas de almacenamiento
  - Manejo de materiales.
- Con respecto a los equipos
  - Vida útil de los equipos
  - Nivel de avance tecnológico
  - Mantenimiento
  - Innovación tecnológica.
- Con respecto a los puestos de trabajo
  - Diseño del trabajo
  - Flujos del proceso
  - Sistemas de mejoramiento
  - Ergonomía
  - Condiciones de trabajo



- Curva de aprendizaje.
- Con respecto a la inversión
  - Nivel de inversión
  - Razón capital/trabajo
  - Utilización de la capacidad
  - Investigación y desarrollo.
- Con respecto a valores y ética profesional
  - Ética del trabajo
  - Calidad
  - Valorar el tiempo disponible
  - Trabajo en equipo

#### **b.5.- Estrategias para aumentar la Productividad.**

Según (Velasquez, Nuñez, & Rodriguez, 2010), según este autor manifiesta que las estrategias para elevar la productividad son:

##### **b.5.1.- Seguridad del trabajador:**

Cuando el trabajador se siente seguro en su puesto laboral, se observa un incremento de la productividad, y para lograr esto, la empresa debe establecer práctica de las normas de seguridad, mediante el siguiente procedimiento:

- Establecer criterios de higiene y seguridad relativos a las condiciones físicas, ambientales en que se desempeñan las tareas y funciones del conjunto de cargos de la organización.
- Investigar posibles situaciones que atenten contra el desenvolvimiento normal de las operaciones, de manera de prevenir accidentes.
- Capacitar a los trabajadores a través de charlas, boletines, en la importancia de respetar y acatar las normas y procedimientos establecidos.

##### **b.5.2.- Disciplina**

Un principio básico en toda organización es la disciplina que es el compromiso de cumplir con los deberes y obligaciones que exige el trabajo, con el objetivo de cumplir la misión de la empresa, actuando de manera ordenada.

Para lograr la disciplina de una organización se debe establecer las siguientes estrategias:

- Definir y divulgar normas de actuación acordes con el cumplimiento de las tareas
- Dirigir y controlar el cumplimiento de las acciones acordadas por todos los miembros de la organización.
- Promover en el personal actitudes para actuar de acuerdo a criterios preestablecidos en la organización.

### **b.5.3.- Ética-Honestidad**

Uno de los factores claves de toda organización es su honestidad y ética, que significa el estricto cumplimiento a principios y valores morales dentro de la empresa.

La estrategia que se debe seguir para implementar esto es:

- Diseñar, sensibilizar y poner en práctica un código de ética.
- Internalizar la ética como filosofía de vida en la cual se basa el éxito de la organización.
- Promover la puesta en práctica de comportamientos que acerquen la gestión a la consecución de los objetivos

### **b.5.4.- Responsabilidad**

La responsabilidad se define como el cumplimiento de las actividades en forma eficiente con los deberes y obligaciones generadas por el puesto donde labora.

La estrategia que se debe aplicar para implementar esta responsabilidad es:

- Promover un desempeño organizacional basado en trabajar mejor y con más motivación.
- Sensibilizar a todos los miembros de la organización en la importancia de asumir el compromiso de realizar las tareas de acuerdo al deber ser

### **b.5.5.- Trabajo en equipo**

El trabajar en equipo, se define, como un conjunto de personas interrelacionadas que tienen un objetivo común y con un alto grado de compromiso, para alcanzarlas.

La estrategia que se debe aplicar para implementar este trabajo en equipo es:

- Promover el esfuerzo grupal para superar los resultados a obtener de manera individual
- Reconocer los esfuerzos grupales

#### **b.6.- Eficiencia técnica.**

Según (McGraw-Hill Education, 2018), lo define como un método de producción que es técnicamente eficiente, con respecto a la cantidad de unidades producidas, teniendo como objetivo que se obtenga una cantidad máxima de productos.

#### **b.7.- Indicadores de Productividad en la industria.**

Por definición un indicador es una herramienta para determinar en forma precisa, los objetivos e impactos, que se desea obtener, estos indicadores deben ser medibles y verificables con respecto a lo que se está evaluando, según (Mondragon, 2002)

En base a esta definición y según (Innpulsa Colombia, 2018), manifiesta que los indicadores de la productividad en la industria son:

- Producción. Es la cantidad de unidades elaboradas en un proceso productivo (unidades conformes y no conformes).
- Costos de producción. Se refiere a la suma del costo de materia prima mano de obra y gastos indirectos de fabricación, que se dan centro del proceso productivo, con la finalidad de elaborar un producto.
- Precios de mercado. Para el caso de la producción es el precio del producto final al que se está vendiendo en el mercado y para el caso de los costos es el valor pagado por los insumos, utilizando el precio de mercado (ultima factura pagada)

#### **c.- Estudio de métodos y selección del trabajo**

Cuando se desea mejorar un proceso productivo, es necesario analizar y estudiar cada uno de los elementos que lo compone, para lograr ese necesita realizar un estudio de tiempo y según la OIT, el estudio de tiempo en el método mediante el cual se registra y analiza sistemáticamente los

procedimientos actuales, con la finalidad de poder plantear un mejor procedimiento, así lo manifiesta (Calderon, 2018).

### c.1 Etapas de un estudio de métodos



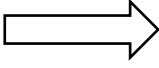

Este estudio debe seguir las siguientes etapas:

1. Seleccionar el trabajo o proceso que se desea analizar,
2. Recoger los datos necesarios, de la realidad, para su posterior análisis
3. Examinar los datos encontrados y si están relacionados, con el problema que se desea analizar.
4. Plantear un nuevo método o procedimiento, superando los problemas que se encuentren en el sistema actual.
5. Evaluar los resultados del nuevo sistema propuesto.
6. Establecer un procedimiento para implementar el nuevo sistema propuesto
7. Implantar el nuevo sistema propuesto
8. Controlar y evaluar el nuevo sistema propuesto.

### c.2 Símbolos de los diagramas

Los símbolos que se utilizan para elaborar un estudio de métodos son,

Tabla 1 Símbolos del diagrama de actividades

Símbolo	Actividad
	Almacén
	Operación
	transporte
<b>D</b>	Espera
	Inspección

Fuente: (OTI, 1996)

Estos símbolos representan:

- Almacenamiento: Este símbolo indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén en donde se lo recibe o entrega.
- Operación. es la actividad mediante el cual el trabajador, transforma la materia prima, e producto terminado
- Transporte: Indica movimiento de los trabajadores, materiales, equipos, de un lugar a

otro.

- Espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos
- Verificación del correcto resultado de una operación.

### c.3 Diagramas utilizados en un estudio de métodos

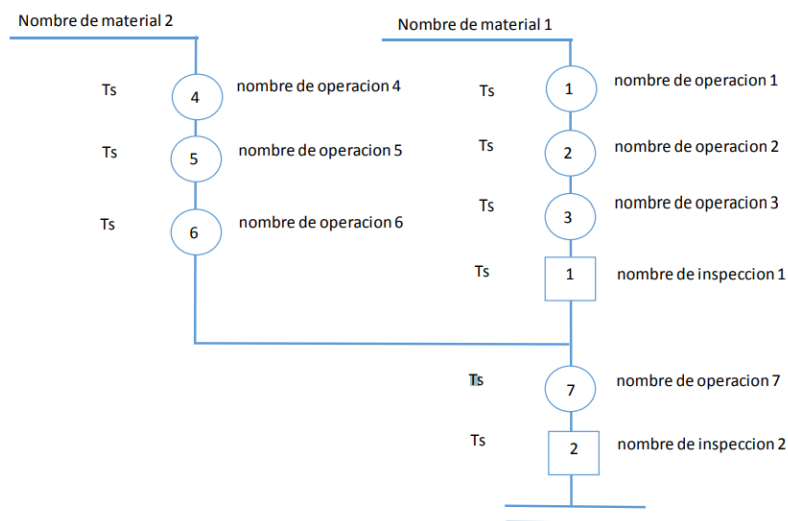
En este acápite, se analizó los distintos diagramas, que se utilizan, a la hora de realizar un estudio de métodos y estos son:

- **Diagrama de operaciones**
- **Diagrama de actividades**
- **Diagrama de recorrido**

#### c.3.1 Diagrama de operaciones

Un diagrama de operaciones es una herramienta, que indica la secuencia de los procesos productivos, paso a paso, desde que ingresa la materia prima hasta obtener el producto terminado, según (García, 2000), ver imagen 1.

Imagen 1 Diagrama de operaciones

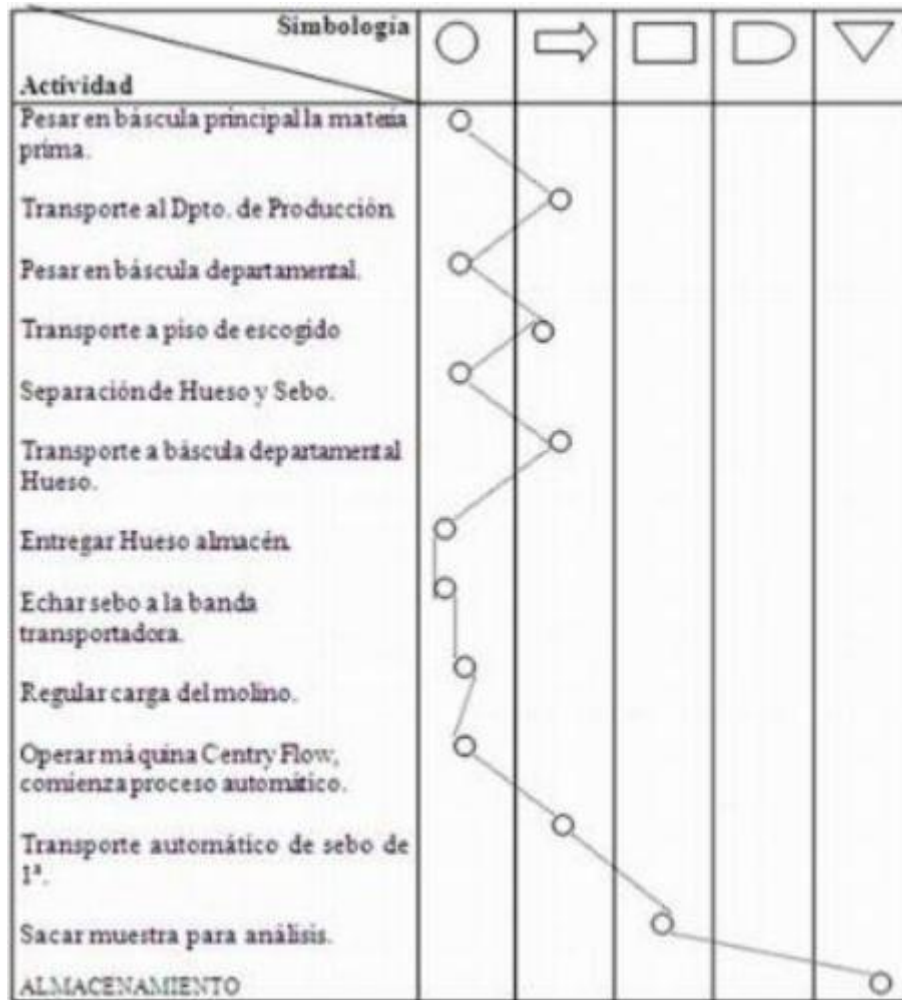


Fuente: (García, 2000)

#### c.3.2 Diagrama de Actividades

En un diagrama de actividades se muestra la secuencia de operaciones, incluyendo transporte, operaciones, almacén, inspección y demora, según (García, 2000), ver imagen 2:

Imagen 2 Diagrama de actividades



Fuente: (García, 2000)

### c.3.3 Diagrama de recorrido

Es una representación gráfica del proceso productivo, y señala la ubicación de la máquina, en la distribución de planta, muestra la secuencia o recorrido que sigue el proceso, desde la materia prima, hasta obtener el producto terminado, según (García, 2000), ver imagen 3.



Empresa, 2019).

Esta técnica no utiliza ningún instrumento para medición de tiempo, solo establece la probabilidad de la ocurrencia de un evento, en nuestro caso los eventos son los movimientos. La técnica clasifica los movimientos en productivos e improductivos, donde los productivos agregan valor a la tarea realizada y los improductivos no aportan en dar valor al producto.

#### **d.1.2.2 Tiempos estándar**

El tiempo estándar es el patrón que mide el tiempo para realizar una tarea u actividad, por parte de un trabajador, según (Cruz, 2019)

### **e.- Método de distribución de planta**

#### **Fases de distribución de planta**

Según (Muther, Distribución de planta, 2005), en su libro intitulado “Distribución en Planta”, manifiesta que las fases de distribución de una planta son: según

#### **Fases del plan de distribución detallado**

##### **e.1 Primera etapa Plantear el problema.**

En esta etapa lo que se realiza es tener una visión clara del problema y observar las distintas áreas que se deben considerar a la hora de realizar la distribución de planta.

##### **e.2 Segunda Etapa reunir los hechos.**

En esta parte lo que se busca es recoger los datos necesarios, del sistema actual, planos, diagrama de operaciones, diagrama de recorrido, estudios de tiempos de las actividades, con la finalidad de ser evaluadas.

##### **e.3. Tercera etapa replantear el problema.**

Una vez recogido los datos de la etapa tres, se plantea diversas generar propuesta de mejora de distribución de planta, con la finalidad de posteriormente ser evaluada.

##### **e.4. Cuarta etapa analizar y decidir.**

En función a la propuesta generada, se realiza un estudio de tiempos del sistema actual, con la finalidad de evaluar, cual es la mejor distribución de planta dentro de la empresa, que genere mayor productividad y eficiencia en sus procesos.

##### **e.5. Quinta etapa actuar.**

En esta etapa se lleva a cabo la distribución de planta propuesta y si se analiza y verifica los resultados deseados.

### **f. Método de distribución de planta por producto o en línea**

Este método se utiliza para proceso de producción por línea, también llamada producción en cadena y corresponde al caso en donde las maquinarias y equipos son secuenciales, para elaborar un producto y se ordenan de acuerdo al proceso de fabricación del producto.

Este sistema se emplea cuando la demanda es elevada de uno o varios productos, que tienen



una secuencia estandarizada, como, por ejemplo, el embotellado de gaseosas, el montaje de automóviles, procesos sumamente estandarizados en los que la diferenciación se hace lo más cercana al cliente posible

### **f.1 Método Guerchet**

El método Guerchet consiste en para cada elemento a distribuir, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies totales. Según (ISSUU, 2019)

#### **Cálculo de las superficies – Método Guerchet, según (Arrollo & Torres, 2019)**

Como se había mencionado antes el método Gurchet, es el método de distribución o redistribución de planta, y se apoya el cálculo de las superficies necesarias, para cada máquina u operación y se determina hallando la suma de las áreas estática, gravitacional y evolutiva.

#### **Superficie estática (Ss):**

Es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.

#### **Superficie de gravitación (Sg):**

Es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y por el material acopiado, para las operaciones en curso. Ésta superficie se obtiene para cada elemento multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$Sg = Ss \times N$$

#### **Superficie de evolución (Se):**

Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo, para los desplazamientos del personal y para la manutención.

$$Se = (Ss + Sg)(K)$$

Tabla 2 Factores de Coeficiente distribución de planta “K”

Razón de la empresa	Coeficiente K
Gran industria alimentaria	0.05 - 0.15
Trabajo en cadena, transporte mecánico	0.10 – 0.25
Textil - Hilado	0.05 - 0.25
Textil - Tejido	0.05 - 0.25
Relojería, Joyería	0.75 – 1.00
Industria mecánica Pequeña	1.50 – 2.00
Industria mecánica	2.00 – 3.00

Fuente: (Arrollo & Torres, 2019)

**K (Coeficiente constante):** Coeficiente que puede variar desde 0.05 a 3 dependiendo de la razón de la empresa, ver tabla 2:

**Superficie total** = Sumatoria de todas las superficies, es decir superficie estática, superficie gravitacional y superficie evolutiva.

### **1.3 Investigaciones o antecedentes del estudio**

#### **1.3.1. Investigaciones internacionales**

**Según** (Rodríguez, Hernández, López, Loyo, & Valdespino, 2018). El objetivo del presente trabajo es identificar cuáles son los problemas a los que se enfrentan las empresas al realizar sus funciones de producción. Los autores identifican que los problemas fundamentales en el área de producción son la organización, control y registro de los recursos.

En su investigación se detectaron que los problemas afectaron a grandes empresa, medianas empresas y pequeñas empresas y esto se demuestra en el porcentaje de ocurrencia que existe entre ellas.

Los resultados encontrados en esta investigación son a pesar de la diferencia entre tamaños de empresa, todas tienen como problemas más recurrentes aquellos relacionados con su proceso y de manera particular, con la distribución de planta.

Con estos resultados los investigadores pueden inferencia cuales son las mayores necesidades que requiere de mayor atención de los profesionales, y es con respecto a su proceso de producción y de distribución de planta.

**Según** (Benites, I & Cortes, 2017), en su tesis de ingeniero industrial, intitulado “Propuesta de mejoramiento de las condiciones de trabajo mediante la distribución en planta y la aplicación de métodos de la ergonomía física en el taller de metalmecánica de la empresa COMERDIC LTDA”

Los autores manifiestan en su tesis que la disciplina de seguridad y la salud en el trabajo en el sector metalmecánico tiene gran impacto sobre la salud y bienestar de los trabajadores.

El objetivo de esta investigación es determinar los trastornos musculo-esqueléticos y otros tipos de enfermedades, que se pueden generar. Este estudio, es de carácter exploratorio y desarrollado en una pyme ubicada en la ciudad de Cali llamada COMERDIC LTDA.

Esta empresa se dedica a la dotación escolar y de oficina y para su fabricación cuenta con un taller de metal mecánica. La distribución del taller no permite el flujo continuo de materiales y personas, además las condiciones de entorno de trabajo no son las adecuadas para el tipo de labores que allí se realizan.

El objetivo de esta investigación es diseñar una propuesta de mejoramiento para las condiciones de los puestos de trabajo y el proceso productivo de sillas universitarias a través de la distribución de planta, valoración de riesgos por carga física biomecánica y entorno de trabajo (ruido, temperatura, iluminación).

Para alcanzar este objetivo se aplicó una metodología de campo y documental y se valió del uso de encuestas, listas de chequeo, fichas de observación y métodos ergonómicos para realizar el diagnóstico actual de la empresa.

A las conclusiones que llegaron estos investigadores fueron:

- El diagnóstico actual del taller de metalmecánica evidenció que las condiciones de trabajo no son las adecuadas. La iluminación promedio del lugar es de 170,94, sin embargo, las distintas áreas se encuentran por debajo o por encima de este, lo que conllevó a concluir que la iluminación no es uniforme en el taller. Los niveles de ruido superan los 90 decibeles en tres zonas, es decir que están por encima del límite permisible exponiendo a los trabajadores a niveles peligrosos. Además, temperaturas de 32°C son muy elevadas y requieren intervención.
- El cuestionario nórdico permitió diagnosticar que el 70% de los operarios de taller sufren de molestias o incomodidades que se relacionan a los puestos de trabajo por lo que es importante modificarlos. Las listas de chequeo permitieron conocer que la distribución actual del taller requiere un rediseño pues las dos terceras partes de esta no se cumplen y que existen tres áreas críticas en las que se deben intervenir, con un porcentaje de no cumplimiento del 100%, estas son, la seguridad en las máquinas, las locaciones y el diseño del puesto de trabajo.
- Que se requiere de una nueva distribución del taller.
- Mejorar la iluminación, ya que no es uniforme por todo el taller
- Disminuir los ruidos excesivos que es potencialmente dañino
- Mejorar los sistemas de ventilación, ya que se detectó temperatura es muy elevada.
- Mejorar la ergonomía de los puestos ya que los operarios adoptan posturas inadecuadas combinadas con movimientos repetitivos, hace peligrar su seguridad personal.
- Una apropiada distribución de planta y satisfactoria disposición de máquinas y material contribuirán a un ambiente más seguro y proporcionará una disminución en el tiempo de proceso en un 8,60%.

**Según (Montalvá, 2011), en su tesis doctoral intitulada “Optimización multiobjetivo de la distribución en planta de procesos industriales. Estudio de objetivos”**

El objetivo principal del presente trabajo es establecer un conjunto de indicadores independientes y suficientes que puedan ser empleados en la obtención de distribuciones en planta óptimas.

Una vez seleccionados los indicadores se propone una técnica de optimización multiobjetivo basada en un algoritmo de recocido simulado (Simulated Annealing).

Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones indicadores:

- Se ha establecido una relación directa entre los indicadores del problema con los principios básicos introducidos por Muther y los objetivos de la distribución en planta fijados por el

mismo autor en las bases del SLP. Asimismo, se ha realizado una selección de los indicadores más relevantes, eliminado aquellos que puedan resultar redundantes.

- Se ha propuesto un nuevo indicador, la circulación, que plasma directamente lo fijado en el principio de Circulación de Muther, reducir el tráfico de materiales en los pasillos. La formulación del indicador posibilita su empleo tanto en geometrías discretas como continuas, permite reducir (incluso a cero) el movimiento de materiales por los pasillos.

**Según (Puma, 2011), en su tesis intitulada “Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa prefabricados del Austro”**

Manifiesta que es de vital importancia tener conocimiento acerca de las condiciones de distribución de planta, ya que en base a estos conocimientos se puede mejorar nuevos procedimientos, establecer nuevos diagramas de flujo, nuevos tiempos estándares que mejoraran la productividad de la empresa.

Esta investigación presenta una propuesta de redistribución de planta, buscando como objetivo la optimización de recursos humanos, reubicación de maquinarias y optimización de la disponibilidad del equipo productivo.

En el primer capítulo se realiza un estudio de los problemas que actualmente presenta la empresa, antecedentes de la empresa, productos que se elaboran. En el segundo capítulo se procede a realizar un diagnóstico de la situación actual de la planta, identificación la organización distribución de planta, funcionamiento de maquinaria y equipos, análisis de tiempos para la implementación de un sistema de hojas de control programación y control de la producción, procesos de producción debido a que este diagnóstico es un apoyo primordial en la consecución del presente proyecto. En el tercer capítulo dentro de la investigación del proyecto con la ayuda de una adecuada metodología y los datos obtenidos del diagnóstico se empieza a recopilar los tipos de métodos productivos. Al analizar la planificación, programación y control de la producción dentro de la empresa, se ha propuesto al propietario realizar cambios dentro de la distribución de planta, sin alterar los procesos de producción, existentes en la empresa. En el cuarto capítulo se presenta el costo de la inversión que tendrá que incurrir la empresa al momento de la implementación, y manera de financiación de la empresa para poner en marcha el presente proyecto.

En esta investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- El transporte de materias primas, mano de obra y producto terminado en los últimos tiempos ha venido ocasionando un problema serio dentro de la planta, para lo cual, se planteó una redistribución de ella, siendo necesario realizar un estudio del proceso actual, en el que se identificaron diversos problemas y que provoco realizar varias propuestas de

reubicación de maquinaria y bodegas de materia prima, hasta que al final se ha optado por la mejor propuesta tanto en el proceso de producción como en el de costo para la empresa.

- Los estándares de producción que anteriormente se aplicaban en la empresa no eran los adecuados, debido a que fueron tomados al azar por lo tanto con las Técnicas del Estudio de Trabajo, como lo es el Estudios de Tiempos y Métodos han servido de manera inobjetable, para obtener estándares de producción exactos, siendo esta una herramienta muy útil para realizar el control de desempeño en unidades producidas en la jornada de trabajo y el número de personal necesario.
- Con el estudio realizado se pudo identificar un recorrido extenso de la materia prima, tiempos de fabricación excesivamente altos, desperdicio de materia prima, desgaste físico de los obreros, y que mediante la redistribución de planta propuesta se pretende evitar estos inconvenientes haciendo que el trabajo más fatigoso lo realice la maquinaria, incrementado así la producción y la reducción de mano de obra; todo esto redundando en un aumento de la productividad.
- De acuerdo a los datos obtenidos del análisis actual de la planta se determinó que la ubicación de la maquinaria no es la correcta, con el estudio de propuesta realizado se ha visto necesario que la empresa deba reubicar en un 100 % su maquinaria, incluyendo la implementación de la dosificadora de material.

### **1.3.2 investigaciones nacionales**

**Según (Espino, 2018)**, en su tesis intitulada “La disposición de planta en la fabricación de productos de madera y su relación con la productividad en la empresa Derivados de la Madera S.R.L - Cajamarca.”, para optar el título de Ingeniero Industrial.

El objetivo de esta investigación es mejorar en los procesos de producción en la empresa Derivados de la Madera S.R.L. con la finalidad de incrementar su capacidad de producción y su eficiencia aplicando los métodos científicos como: Método de Guercht y Travel Charting

Según esta investigación, la distribución de planta no es adecuada y esto se debe a la distribución actual no fue diseñada con ningún tipo de metodología de ingeniería, si no bajo un sistema de empirismo e intuición, si tomar en cuenta una base científica.

Los problemas que se detectaron en la empresa, por efecto de una mala distribución de planta es principalmente por las distancias recorridas por materiales, herramientas y estaciones, como el mal diseño de los pasadizos de encontrarse llenos de desperdicios o sobrantes de materia prima lo cual genera dificultad del tránsito a los operarios y materiales.

También se detectó muchos tiempos muertos que existe en el área de producción, por lo cual se podría mejorar con una nueva distribución y así mejorar la productividad y reducir costos para el beneficio de la empresa.

Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La empresa Derivados de la Madera SRL, no contaba con diagramas de operaciones y tiempos de fabricación definidos, lo que generaba una falta de control de producción, que tras la implementación se logró definir los diagramas como tiempos de fabricación.
- Se recopiló y analizó la situación actual de la empresa Derima SRL, en el cual se pudo ver que en el área de producción se dificultaba el desplazamiento de los materiales y operarios entre las estaciones de trabajo
- Se definió una nueva distribución en planta mejorando la utilización de sus espacios necesarios, disminuyendo el área de fabricación de 1,168 m<sup>2</sup> a 1098 m<sup>2</sup>. Esto también logró disminuir los tiempos de recorrido entre operaciones y con ello también disminuyó el tiempo de fabricación de cada producto. Además, con esto se lograron mejorar los porcentajes de actividades productivas de piezas y tableros de madera.
- Con respecto a la propuesta de la redistribución se elaboró el diagrama Multiproducto donde se pudo observar las máquinas en el área de producción mal distribuidas, por lo que existen largos recorridos y distancias al recorrer en las diferentes estaciones de trabajo, por medio del método de Guercht se determinó el área que se necesita para que las máquinas se encuentren bien ubicados con los espacios necesarios para el buen desplazamiento y se utilizó la tabla relacional para luego hacer el diagrama relacional de recorrido de actividades y concluir con el diagrama relacional.

**Según la tesis de (Huillca & Monzon, 2015)**, en su investigación intitulada "Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s's y mantenimiento autónomo en la planta metalmeccánica que produce hornos estacionarios y rotativos"

Esta es una investigación que busca analizar y optimizar la distribución y producción de una planta metalmeccánica, que se dedica a la elaboración de hornos estacionarios, hornos rotativos, yoguis, batidoras industriales, licuadoras industriales, divisoras de pan, asadores de carne y rebanadoras de pan de molde.

Actualmente, la capacidad de la planta, en la cual se producen los hornos, no logra cubrir la demanda; es por ello que luego de realizar un diagrama causa efecto, para encontrar cuáles eran las causas más relevantes que generaban ese problema, se planteó implementar las herramientas 5S's y mantenimiento autónomo, y realizar una distribución en planta nueva.

La implementación de las 5S's fue necesaria pues se observaron varias herramientas u objetos fuera del área de trabajo, y demasiados tiempos improductivos, causados por incidentes y/o accidentes, demoras en encontrar herramientas o materias primas.

La presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- El proyecto resultó ser factible, debido a que se resolvió el punto crítico o cuellos de botellas, como el área de ensamble y trazado, asignándoles a estos últimos un área de mayor espacio para realizar las actividades.
- Para la implementación del mantenimiento autónomo fue importante la aplicación de la herramienta 5S's, ya que sin ella no hubiese sido posible obtener los beneficios esperados gracias a las propuestas de mejora.
- Se logró aumentar la capacidad de producción, ya que las ventas hacia el año 2019, para el horno estacionario se calcula que aumentará, según las proyecciones en un 52%, mientras que para el rotativo en un 49%, logrando cubrir con la demanda insatisfecha.
- Los amplios pasillos diseñados para el traslado del material y del operario, y la ubicación de las áreas obtenidas por la distribución de planta, ayudaron a disminuir los tiempos de traslados, lográndose una reducción del 203% en el caso de los hornos estacionarios y un 223% en el de los hornos rotativos.
- La distribución en planta nueva, permitió que todas las secciones de trabajo se encuentren en una sola planta (almacén de productos terminados con las áreas de producción), generando una reducción en el tiempo de despacho hacia el cliente de 80% para ambas líneas.

**Según (Rau, 2009)**, en su tesis intitulada “Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de procesos y residuales”.

El objetivo general de este trabajo es obtener una mejora en la distribución racional en la planta de la empresa en estudio, que brinde un soporte efectivo para el normal flujo de las operaciones desarrolladas, minimizando costos y actividades de acarreo y/o manipulación, asimismo proponer medidas de seguridad y lograr espacios adecuados para el personal de la empresa que permita alcanzar los máximos niveles de productividad, eficacia y eficiencia acordes a los objetivos y estrategias de gestión de las operaciones vigentes.

A las conclusiones que llegaron estos investigadores fueron:

- La labor principal de manejo de expectativas la tiene el equipo de Manejo del Cambio, ya sea de los ejecutivos que han estado presente en el proyecto, sin embargo, como conclusión general es importante acotar que no todos estarán satisfechos con la nueva distribución, y mucho menos, esperar a que las personas cambien muy rápidamente. En este tipo de procesos de implementación, en cualquier empresa, siempre existen personas que están a favor de la solución y convencidas de sus ventajas, y otras personas que están en contra o les cuesta creer que la inversión realizada, les brinde los resultados esperados.

- Si para adoptar un cambio, la empresa en cuestión requerirá un tiempo determinado, sus proveedores requerirán un tiempo mayor para lograr adecuarse a las nuevas prácticas. En la nueva distribución es necesario que los proveedores respeten una serie de reglas de operaciones cuando realizan las maniobras dentro de la planta.

**Según (Muñoz, 2004)**, en su tesis intitulada “Diseño de distribución en planta de una empresa textil”

El objetivo de esta investigación es realizar una distribución de planta con la finalidad de incrementar la productividad de la empresa.

Esta investigación trata de facilitar una guía que permita organizar los proyectos de distribución, en una serie de fases y pasos; adaptando los principios y fundamentos teóricos al trabajo práctico que realiza el diseñador en la planta.

A las conclusiones que llegaron en la presente investigación fueron:

- Ha quedado establecido que la distribución en planta es la integración de toda la maquinaria, materiales, recursos humanos e instalaciones de la empresa, en una gran unidad operativa; que trabaja conjuntamente con efectividad, minimizando los costos de producción y elevando al máximo la productividad.
- Existen cuatro tipos de distribución en planta: por procesos, por posición fija, por producto y distribuciones híbridas; la manera como cada empresa lleve a cabo su producción determinará el tipo que requiere. En esta distribución se ha utilizado la ordenación por procesos con las máquinas agrupadas, atendiendo a operaciones de la misma naturaleza y teniendo una amplia variedad de productos con volúmenes intermitentes de producción.
- La distribución del área de tejeduría rectilínea es una muestra del tipo de distribución por proceso utilizado; sin embargo, aunque este tipo de distribución es el predominante en todas las áreas de la empresa, la distribución por producto también se aplica a otras áreas, como al área de costura, donde se dispuso una ordenación en líneas de producción e incluso se utilizó células de distribuciones híbridas.
- Las fases de la distribución y los pasos en el proceso de diseño expuestos en este trabajo, conforman un método ordenado y aplicable a la situación de la empresa; que corrobora la importancia y eficacia del planeamiento sistémico de la distribución, como método general a seguir en los proyectos de distribución.

#### **1.4 Marco conceptual**

- **Diagrama.** representación gráfica de una sucesión de hechos u operaciones de un sistema, según (Puentes, Garcia, Bermidez, & Blanco , 2018)
- **Distribución de planta.** - La distribución en planta implica idénticamente la asignación



de espacio y la disposición del equipo de tal manera que los costes operativos totales se reduzcan al mínimo, según (ADEN International Business School, 2018)

- **Mejora de proceso.** es una forma efectiva para gestionar una organización en cualquier nivel y para el apoyo en el logro de sus objetivos generales. En consecuencia, la importancia radica en que una mejora de procesos se considera ahora un valioso activo empresarial y la mejora continua de los mismos se ha convertido en un imperativo para muchas organizaciones según (Figuerola, 2018).
- **Productividad.** La productividad es la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con la utilización de recursos, según (Felsing & Runza, 2002).
- **Proceso.** conjunto de elementos mutuamente relacionadas que, al interactuar entre ellos, transforman elementos de entradas en productos terminados. Según (Puentes, Garcia, Bermidez, & Blanco, 2018)
- **Proceso productivo.** Es un conjunto de actividades mediante las cuales uno o varios factores productivos se transforman en productos. La transformación crea riqueza, es decir, añade valor a los componentes o inputs adquiridos por la empresa, según (Mayorga, Ruiz, Mantilla, & Moyolema, s.f).
- **Producción.** Proceso por medio del cual se crean los bienes y servicios económicos. Es la actividad principal de cualquier sistema económico que está organizado precisamente para producir, distribuir y consumir los bienes y servicios necesarios para la satisfacción de las necesidades humanas, según (Definición.org, 2018).

## **CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1 Planteamiento del problema**

La empresa FADIMSA S.A. empresa de fundición de metales ferrosos y no ferrosos, busca solucionar su problema de baja producción, para lograr incrementar la producción de la empresa, se desarrolló la presente investigación, para lograr esto se buscó los antecedentes teóricos de otras empresas, que hayan presentado esta realidad problemática, con la finalidad de que sirva como una guía, para resolver el problema de la empresa, y por último en este capítulo plantearemos el problema general y los problemas específicos, iniciaran nuestra investigación en esta empresa.

#### **2.1.1 Descripción de la realidad problemática**

FADIMSA S.A. es una empresa del sector fundición ubicada en la ciudad de Lima, dedicada al diseño, construcción de tapas de hierro y derivados, fabrica productos de acuerdo a la necesidad del cliente. La empresa ha logrado posicionarse incursionando en nuevos mercados, enfrentando grandes cambios y exigiendo por parte de los clientes estándares muchos más altos, así como la entrega de sus productos en el menor tiempo posible, minimizando los costos y tiempo de todo el proceso de producción de la empresa.

Se observa que existe un desconocimiento de como una distribución de planta adecuada del área operación de la planta, puede incrementar el número de piezas fabricadas en cierto periodo

La poca productividad de la empresa, se origina por el excesivo tiempo que se demora en hacer el producto, originando que en las fechas de entrega a los clientes sean demasiado extensos, desanimando a los clientes a contratar con la empresa y como consecuencia generando pocas ventas. Al analizar fabricación de tapas de hierro se observa que el costo de fabricación representa entre el 70% a 80% al total de valor de venta, por desperdicios, merma o tiempos muertos, que ocasiona alto costo en la fabricación de tapas de hierro y entregas del producto fuera de tiempo. Esto lleva a una mala atención al cliente y por consecuencia la empresa tendrá que pagar una multa por entregar a destiempo los productos.

Al analizar esta realidad de la empresa se observó que la distribución de planta es inadecuada, generando de esta manera la presente investigación, que busca optimizar la distribución de planta, con la finalidad de cumplir y reducir la fecha de entrega de los pedidos hacia los clientes.

#### **2.1.2 Antecedentes teóricos**

Como antecedentes teóricos de esta investigación se puede mencionar la tesis intitulado “Propuesta de mejoramiento de las condiciones de trabajo mediante la distribución en planta y la aplicación de métodos de la ergonomía física en el taller de metalmecánica de la empresa COMERDIC LTDA”, propuesta por (Benites, I & Cortes, 2017), que tiene como objetivo una mejora de distribución de planta, con la finalidad de mejorar las condiciones de seguridad y salud

ocupacional de sus trabajadores. Otra investigación, es la tesis doctoral intitulada “Optimización multiobjetivo de la distribución en planta de procesos industriales. Estudio de objetivos”, propuesta por (Montalvá, 2011), en donde afirma que se ha establecido una relación directa entre los indicadores y principios propuestos, por Muther.

Otra investigación en que nos apoyaremos es la tesis “Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa prefabricados del Austro”, propuesta por (Puma, 2011), donde afirma que el transporte de materias primas, mano de obra y productos terminados, ocasionan problemas muy serios dentro de las plantas industriales. La tesis intitulada “La disposición de planta en la fabricación de productos de madera y su relación con la productividad en la empresa Derivados de la Madera S.R.L - Cajamarca.”, propuesta por (Espino, 2018), afirma que se logró demostrar que al disminuir los tiempos de recorrido, se disminuyó el tiempo de fabricación de cada producto y por lo tanto se incrementa la producción de la empresa.

Otra en que nos apoyaremos es la tesis intitulada “Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s’s y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos”, propuesta por (Huillca & Monzon, 2015), que afirma que se logró incrementar las ventas, gracias a la mejora de la distribución de planta. Otra opinión en que nos apoyamos en la tesis intitulada “Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de procesos y residuales”, propuesta por (Rau, 2009), afirma que, con el manejo adecuado del cambio, la nueva distribución de planta, generara satisfacción en el personal.

En la su tesis intitulada “Diseño de distribución en planta de una empresa textil”, propuesta por (Muñoz, 2004), se afirma que ha quedado establecido que la distribución de planta minimiza los costos, incrementa la productividad y eleva la eficiencia.

Desde el punto de vista de marco teórico, existe una definición de distribución de planta propuesta por (Mejia, Wilches, Galofre , & Montenegro4, 2011), en la cual nos apoyamos para desarrollar la presente investigación. Los objetivos de la distribución de planta, queda establecido por la propuesta generado por (Lopez, 2014). Los tipos de procesos queda establecido por lo manifestado por (Caba, Chamorro, & Fontalvo, S.f), así como los principios básicos de la distribución propuestos por (Diego, 2006).

También se estableció la definición de dirección de operaciones y producción propuesto por (Carro & Gonzales, s.f), además se analizó los factores que afectan la productividad propuesto por (Vigo, 2012), así como las estrategias para aumentar la productividad por puesto por (Velasquez, Nuñez, & Rodriguez, 2010), se tomó en cuenta los indicadores de productividad en la industria propuesto por (Innpulsa Colombia, 2018).

Con respecto al estudio de tiempos, nos apoyamos en la propuesta dada por (Azalde & Sanchez,

2013), y en el estudio de cronometro en lo propuesto por el (Instituto Tecnológico de Tijuana, 2019). Para determinar la muestra de trabajo nos apoyamos en lo manifestado por (Ingenio Empresa, 2019) y la definición de tiempo estándar, propuesto por (Cruz, 2019).

Con respecto a la distribución de planta nos apoyamos en la propuesta de (Muther, Distribución de planta, 2005) El método Guercht, nos apoyamos en lo propuesto (ISSUU, 2019) y (Arrollo & Torres, 2019)

### **2.1.3 Definición del problema general y específicos**

#### **Problema general**

- ¿Cómo la nueva **distribución de planta** incrementará la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.?

#### **Problemas específicos**

- ¿Cómo las nuevas **distancias de recorrido de la distribución de planta** incrementarán la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.?
- ¿Cómo los nuevos **tiempos de recorrido de la distribución de planta** incrementará la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.?

## **2.2 Objetivos, delimitación y justificación de la investigación**

### **2.2.1 Objetivo general y específico**

#### **Objetivo general**

- Determinar la nueva **distribución de planta** que incrementé la **producción** en la empresa Fafimsa S.A.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar las nuevas **distancias de recorrido de la distribución de planta** que incrementé la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.
- Determinar los nuevos **tiempos de recorrido de la distribución de planta** que incrementé la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.

### **2.2.2 Delimitación del estudio**

El presente estudio se realizará durante el año 2018, y tendrá una duración de 6 meses en la empresa FADIMSA S.A.

El lugar donde se realizará es en la misma empresa situada Av. Chacra Cerro 540, en el distrito Comas, en la ciudad de Lima – Perú.

Con respecto al área teórica de investigación, corresponde al área de administración de

operaciones específicamente a distribución de planta y productividad. Las fuentes consultadas son artículos, tesis y páginas webs del tema.

El costo estimado de la investigación es de 18,000 soles, que son autofinanciados, los cuales se puede reducir, en función de la duración de la investigación.

### **2.2.3 Justificación e importancia del estudio**

La presente investigación se justifica porque va a establecer las mejoras en la empresa, generando de esta manera un mejor flujo de materiales, menor recorrido de los operarios, menores sobre costos, incremento en la producción y una óptima utilización de espacios después de implementar una correcta distribución de planta.

Asimismo, los resultados del estudio ayudarán específicamente a la empresa Fadimsa S.A a llevar al mínimo porcentaje de error todas las operaciones creando un buen ambiente laboral y generando un mayor aprovechamiento de los recursos optimizando costos.

El presente trabajo puede ser aplicado en empresas del sector de fundición de metales pequeñas y medianas ya que normalmente no se hace el uso de este tipo de metodologías teniendo en cuenta que tienen una inversión mínima y presentan muchos problemas a diario en sus procesos de producción, generando sobre costos, movimientos innecesarios, accidentes y pérdida de materia prima

## **2.3 Hipótesis, variables y definición operacional**

### **2.3.1 Supuestos teóricos**

Como antecedentes tenemos a la investigación realizada por Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado, Mariana Hernández González, Miguel Ángel López Ontiveros, Jesús Loyo Quijada, Rosario Valdespino Huerta, que manifiestan que los problemas más recurrentes en los procesos productivos es la distribución de planta (Rodríguez, Hernández, López, Loyo, & Valdespino, 2018).

Álvaro Lizardo Espino Rodríguez, en su tesis intitulada “La disposición de planta en la fabricación de productos de madera y su relación con la productividad en la empresa Derivados de la Madera S.R.L - Cajamarca.” (Espino, 2018), llegó a la conclusión en su investigación que una nueva distribución en planta, mejora los espacios utilizados y disminuyendo el área de fabricación, logrando disminuir los tiempos de recorrido entre operaciones y los tiempo de fabricación de cada producto.

Isabella Benítez Roldán José Ricardo Cortés Mulett, en su tesis de ingeniero industrial, intitulado “Propuesta de mejoramiento de las condiciones de trabajo mediante la distribución en planta y la aplicación de métodos de la ergonomía física en el taller de metalmecánica de la empresa COMERDIC LTDA” (Benites, I & Cortes, 2017), manifiesta que una apropiada

distribución de planta, disposición de máquinas y material, genera un ambiente más seguro logrando disminuir el tiempo de proceso

El Dr. José Miguel Montalvá Subirats en su tesis doctoral intitulada “Optimización multiobjetivo de la distribución en planta de procesos industriales. Estudio de objetivos” (Montalvá, 2011), afirma que se ha establecido una relación directa entre los indicadores del problema, con los principios básicos introducidos por Muther así como con los objetivos de la distribución en planta fijados por el mismo autor en las bases del SLP.

María Gimena Huillca Choque y Alberto Kenyo Monzón Briceño, intitulada” Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s’s y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos” (Huillca & Monzon, 2015), manifiesta que su proyecto resultó ser factible, debido a que se resolvió el punto crítico o cuellos de botellas, como el área de ensamble y trazado, asignándoles a estos últimos un área de mayor espacio para realizar las actividades, de tal manera que se observe un flujo rápido del material. Además, los ahorros generados por las propuestas de mejora, medidos a través de indicadores, resultaron ser favorables.

La presente investigación se apoya en la definición brindadas por (Mejia, Wilches, Galofre , & Montenegro4, 2011) y con respecto al objetivo de distribución de planta, utilizaremos el objetivo movimiento de material de mínima distancia y circulación de trabajo a través de la planta, formulada por (Lopez, 2014).

Además, nos apoyaremos, en el modelo propuesto del proceso de producción por flujo continuo, planteado por (Lopez, 2014).

El tipo de distribución, que se adapta a la empresa es distribución por producto según (Salas, 2018). Además nos apoyaremos en el los principios básicos de mínima distancia y principio de circulación, propuesto por (Diego, 2006),

### **2.3.2 Hipótesis general y específica**

#### **Hipótesis general**

- La nueva distribución de planta incrementa la producción en la empresa Fadimsa S.A.

#### **Hipótesis específica**

- Las nuevas **distancias de recorrido de la distribución de planta** incrementan la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.
- Los nuevos **tiempos de recorrido de la distribución de planta** incrementa la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.

### **2.3.3 Variables, definición operacional e indicadora**

En esta parte se muestra las variables de esta investigación, así como su definición operacional

de autores reconocidos, después e mostrara los indicadores con los cuales se van a trabajar, así como sus índices respectivos y sus unidades de medida.

Las variables que se analizara, son ver tabla 03:

Tabla 3 Matriz de operalización de variables

<b>DEFINICION DE VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>IINDICE</b>	<b>Unidad de medida</b>
Variable independiente	La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller (Muther, Distribución de planta, 2005)	Distancia de recorrido de la distribución de planta	Distancia	Metros
Distribución de planta			Tiempo	Minutos
<b>V. dependiente general</b>	Se denomina producción a cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios s, según (Felsing & Runza, 2002)	Producción	Unidades producidas	Unidades
Producción				

Fuente: propia

## CAPÍTULO III: METODO, TÉCNICA E INSTRUMENTO

### 3.1 Tipo de investigación

Esta investigación por el tipo de intervención, es observacional, por la planificación de los datos es retrospectiva, según el número el número de casos que se mide es longitudinal (por qué realizaremos un estudio antes de implementar la distribución de planta y otro después de la distribución de planta), según las variables que intervienen es analítico.

### 3.2 Diseño a utilizar

El diseño que se utilizara es diseño experimental específicamente pre experimental, ver tabla 4.

Tabla 4 Diseño del experimento

Grupo	Pre prueba	Tratamiento	Post prueba	Diferencia
GE	O1	X	O2	O2-O1

Fuente: elaboración propia

Es diseño es pre experimental, porque, primero mediremos la productividad de la actual distribución de planta (O1) aplicaremos en método de distribución de planta (x) y observaremos el resultado (O2), para después observar el resultado o beneficio en la empresa.

### 3.3 Universo, población, muestra y muestreo

#### a.- Población.

Según Hernández Sampieri, la población es en conjunto finito o infinito de elementos, que pueden ser seres o cosas, los cuales presentan un atributo o característica especial y son capaces de ser observados y analizados, (Hernández, 2014).

La población en estudio de la presente investigación será la producción de tapas de hierro fundido de 10 semanas.

#### b. Muestra

Hernández Sampieri, define a la muestra como el sub conjunto de la población, el cual presenta características de la población, (Hernández, 2014).

La muestra de esta investigación en estudio, debido a que es una producción continua (fundición de tapa de hierro), será igual al tamaño de la población, en este caso 10 semanas.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que utilizaremos en esta investigación es la observación, con un medio no estructurado y los instrumentos que necesitaremos son los planos de distribución de planta, estudio de tiempos y hoja de registros, ver anexos 7, 8, 9, 10.

#### Validez de los instrumentos de recolección de datos.

En la validación de los instrumentos de recolección de los datos se tendrá en cuenta el juicio de tres (3) Ingenieros Industriales, Ingeniero Administrativo o áreas afines, para ello emitirán su



juicio en el instrumento elaborado (Ver anexo 11)

### **3.5 Procesamiento de datos.**

El procedimiento que realizamos para demostrar la presente investigación es:

1. Se solicitó planos de la empresa
2. Se elaboró diagrama de operaciones del sistema actual (pre prueba)
3. Se elaboró distribución de planta, del sistema actual (pre prueba)
4. Se elaboró el diagrama de actividades del sistema actual (pre prueba).
5. Se determinó las distancias entre máquinas y operaciones del sistema actual (pre prueba)
6. Se realizó un estudio de tiempos y movimiento para determinar los tiempos estándar de las máquinas, que se generan en el sistema actual (pre prueba).
7. Se determinó el tiempo de ciclo de producción del sistema actual (pre prueba)
8. Se determinó la capacidad instalada del sistema actual (pre prueba)
9. Se halló las 10 muestras del tiempo de ciclo, del sistema actual (pre prueba)
10. Se halló las 10 muestras de la producción semanal del sistema actual (pre prueba)
11. Se determinó el tipo de producción de la empresa.
12. Se determinó el área estática de las máquinas u operaciones, del sistema mejorado (post prueba)
13. Se determinó el área gravitacional de las distintas máquinas u operaciones, del sistema mejorado (post prueba)
14. Se determinó las distancias entre máquinas y operaciones del sistema actual (pre prueba)
15. Se realizó un estudio de tiempos y movimientos, para determinar los tiempos estándar de las máquinas, que se generan en el sistema actual (pre prueba).
16. Se elaboró distribución de planta, del sistema mejorado (post prueba).
17. Se elaboró el diagrama de actividades, del sistema mejorado (post prueba).
18. Se determinó las distancias entre máquinas y operaciones, del sistema mejorado (post prueba).
19. Se realizó un estudio de tiempos y movimiento, para determinar los tiempos estándar de las máquinas, que se generan en el sistema mejorado (post prueba).
20. Se determinó el tiempo de ciclo de producción, del sistema mejorado (post prueba).
21. Se determinó la capacidad instalada, del sistema mejorado (post prueba).
22. Se halló las 10 muestras del tiempo de ciclo, del sistema mejorado (post prueba).
23. Se halló las 10 muestras de la producción semanal, del sistema mejorado (post prueba).
24. Se realizó el análisis descriptivo de los datos del tiempo de ciclo del sistema actual (pre prueba).

25. Se realizó el análisis descriptivo de los datos de producción semanal, del sistema mejorado (post prueba).
26. Se realizó la prueba de normalidad de los datos obtenidos del tiempo de ciclo del sistema actual (pre prueba).
27. Se realizó la prueba de normalidad de los datos obtenidos de producción semanal del sistema mejorado (pre prueba).
28. Se realizó la prueba de normalidad de los datos obtenidos del tiempo de ciclo, del sistema mejorado (post prueba).
29. Se realizó la prueba de normalidad de los datos obtenidos de producción semanal, del sistema mejorado (post prueba).
30. Se demostró la hipótesis específica 01
31. Se demostró la hipótesis específica 02
32. Se demostró la hipótesis general
33. Elaboro el informe final de la tesis.

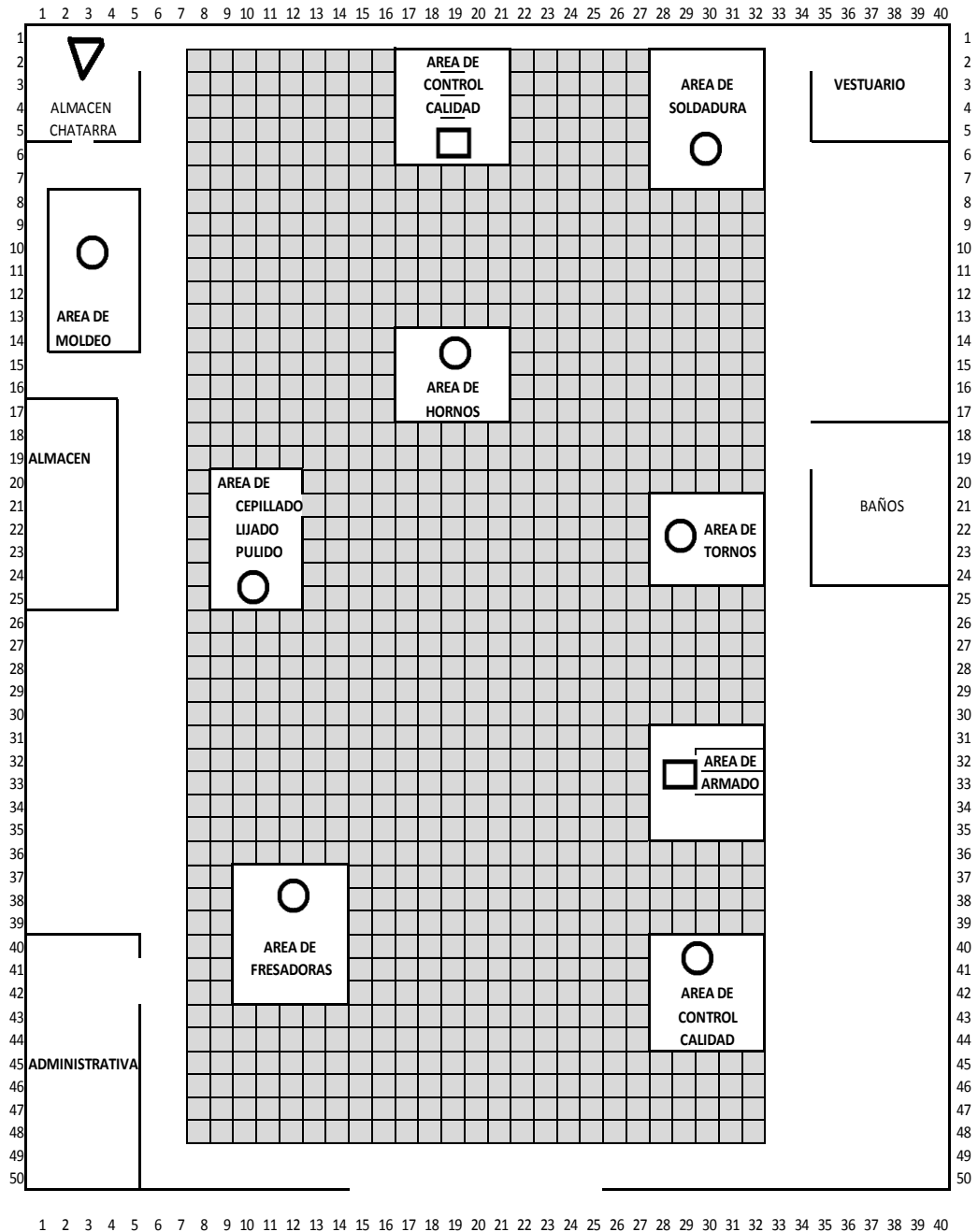
## CAPÍTULO IV: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Presentación de resultados

#### 4.1.1 Distribución de Planta del sistema actual.

La empresa no contaba con una distribución de planta, por la cual se elaboró la distribución de planta, tomando en cuenta las medidas respectivas ver imagen 4.

Imagen 4 Distribución de planta de la empresa Fadimsa S.A.



Fuente: Elaboración propia

Al realizar la investigación (consulta directa al jefe de planta), se determinó, que la distribución de planta actual, no ha seguido ningún criterio técnico, a la hora de realizar la distribución desde que inició sus operaciones.

#### **4.1.2 Proceso de elaboración de tapas de hierro de 90 kilos**

El proceso de producción de las tapas de fierro fundido de 90 kilos para las redes de telecomunicaciones, se inicia en el almacén de chatarra, después es enviado al área de inspección de chatarra, el cual da su visto bueno, para que la calidad de chatarra cumpla con las especificaciones técnicas. Simultáneamente se enciende el horno, para hacer un previo calentamiento, ya que la chatarra, tiene que ingresar cuando tiene una temperatura óptima. A la vez del almacén se envía la arena y los moldes, para realizar los moldes de las tapas, una vez terminado este proceso y el horno está a una temperatura optima, se envía la chatarra del área de inspecciona al área de horno, para ser fundido, cabe acotar que el horno tiene capacidad para fundir el equivalente de 5 tapas de hierro fundido de 90 kilos cada uno. Mientras esto sucede (el horno), se preparan los 5 moldes de las tapas, las cuales son enviadas al área de moldeado, a la espera que salga el hierro fundido. (Hierro, Oxidable las dimensiones es de 1.00 mt x 1.00 mt.

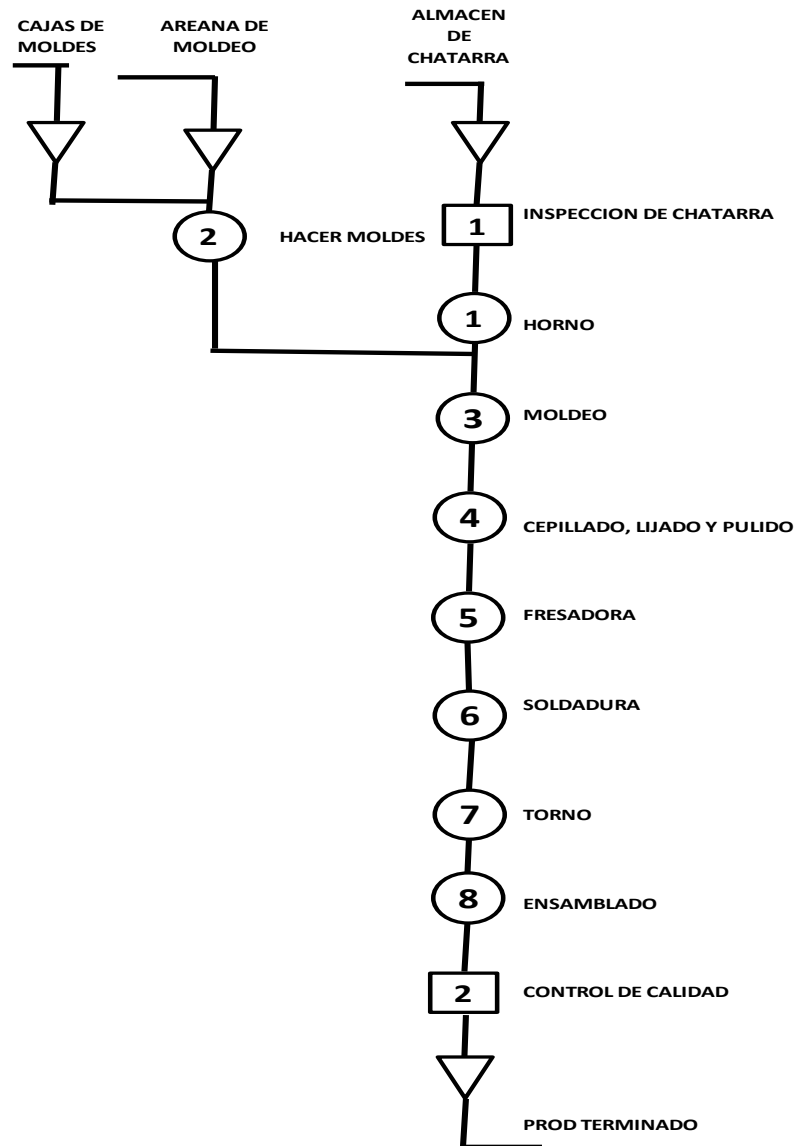
En el momento que el horno y hierro fundido están fundidos correctamente, se realiza el vaciado en los moldes, ya están en el área del horno, para ser utilizados.

Después de esperar que se enfríe, se envía al área de cepillado, lijado y pulido de las tapas de hierro fundido de 90 Kilos, inmediatamente se envía al área de las fresadoras, para realizar su proceso, hecho el fresado, posteriormente se envía al área de soldadura, a continuación, se envía al área de torno. Después se envía al área de ensamblado y finalmente se le hace un control de calidad, y enviado al área de almacén,

#### **4.1.3 Diagrama de operaciones del proceso (D.O.P.)**

Al realizar el estudio, no se encontró un diagrama de operaciones, para la elaboración de tapas de hierro fundido de 90 kilos, por lo cual se elabora su respectivo diagrama, ver imagen 5.

Imagen 5 Diagrama de operaciones de proceso de tapas de hierro fundido.



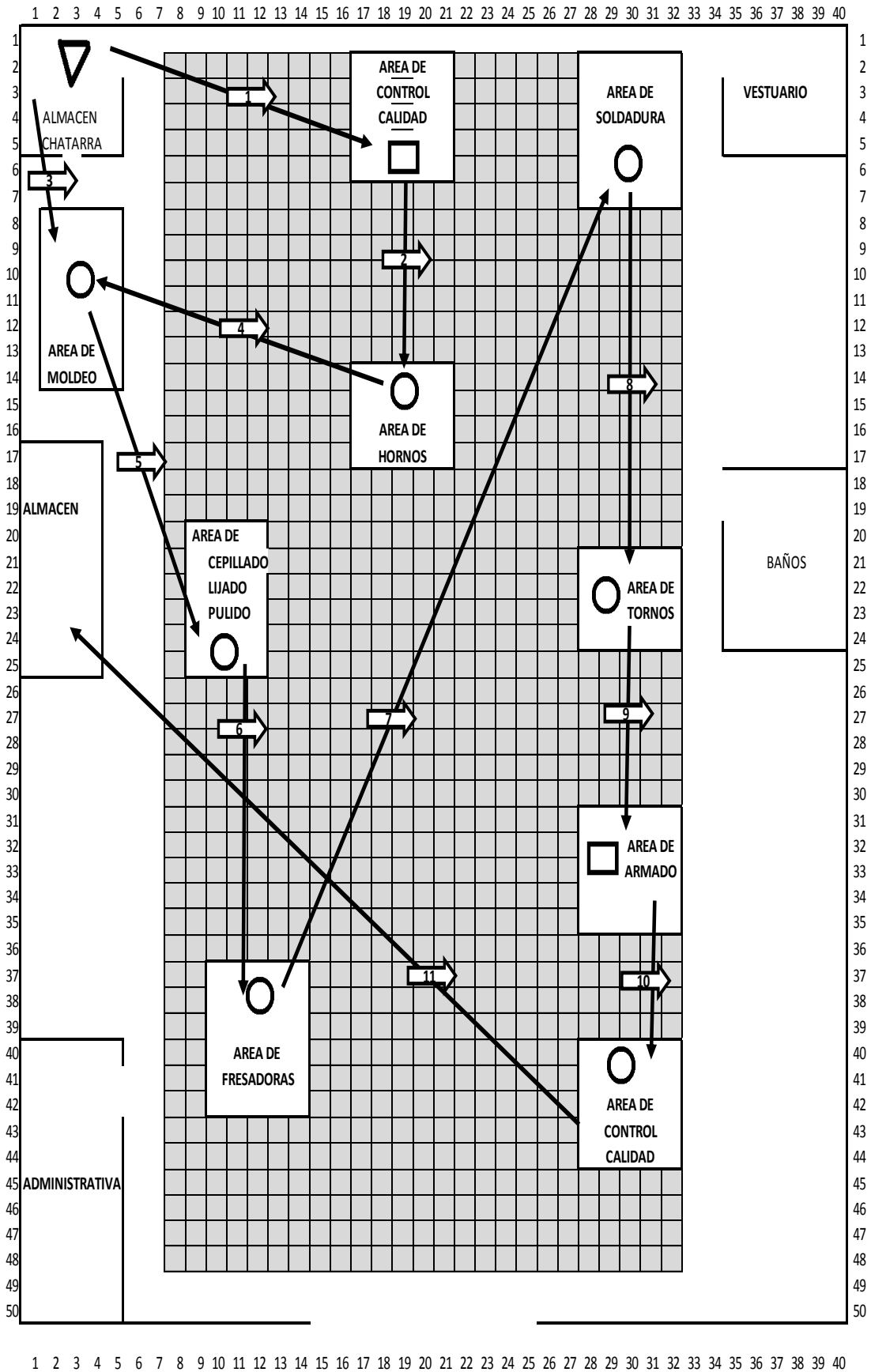
Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4 Diagrama de recorrido de proceso (Pre prueba).

La empresa no contaba con diagrama de recorrido, por lo que fue necesario desarrollar su diagrama de recorrido, que es el siguiente, ver imagen 6

En base a esta información se tomó las distancias, actuales entre las diferentes áreas, encontrándose las siguientes distancias de recorrido, entre las distintas áreas, ver

Imagen 6 Diagrama de recorrido del proceso actual



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Distancia entre las distintas áreas de la empresa

Nro.	De	A	Distancia en metros
1	Almacén de Chatarra	Área de control de calidad	14
2	Área de control de calidad	Área de Hornos	7
3	Área de Moldeo	Área de cepillado, lijado y pulido	15
4	Área de cepillado, lijado y pulido	Área de fresadora	13
5	Área de fresadora	Área de soldadura	40
6	Área de soldadura	Área de tornos	14
7	Área de tornos	Área de armado	7
8	Área de armado	Área de control de calidad	6
9	Área de control de calidad	Almacén de productos terminados	28
Total			144

Fuente: elaboración propia

Imagen 7 Diagrama de análisis de proceso actual (D.A.P.)

Actividad	ALMACEN ▽	OPERACIÓN ○	INSPECCION □	DEMORA D	TRANSPORTE ⇓	Distancia	Tiempo	Tiempo productivo
<b>Almacen</b>	X							
<b>Traslado insp chatarra</b>					X	14	10.8	
<b>Inspeccion chatarra</b>			X				10.5	
<b>Traslado horno</b>					X	7	10.9	
<b>Horno</b>		X					193.7	193.7
<b>Moldeado</b>		X					30.9	30.9
<b>Traslado a cepillado, lijado y pulido</b>					X	15	10.4	
<b>cepillado lijado y pulido</b>		X					27.9	27.9
<b>Traslado a Fresadora</b>					X	13	10.4	
<b>Fresadora</b>		X					37.9	37.9
<b>Traslado a soldadura</b>					X	40	31.6	
<b>Soldadura</b>		X					20.7	20.7
<b>Traslado a torno</b>					X	14	21.8	
<b>Torno</b>		X					31.2	31.2
<b>Traslado a ensable</b>					X	7	8.9	
<b>Ensamble</b>		X					25.9	25.9
<b>Traslado a control de calidad</b>					X	6	8.4	
<b>Control de calidad</b>		X					15.6	15.6
<b>Traslado al almacen</b>					X	28	26.8	
<b>Almacen</b>	X							
<b>TOTAL</b>						<b>144</b>	<b>534.2</b>	<b>384</b>

Fuente elaboración propia

En base a este diagrama de recorrido del sistema actual (pre prueba), se determinó las distancias entre las distintas áreas de producción de la empresa y estas son, ver tabla 05

En base a estas distancias obtenidas del diagrama de recorrido y las distancias obtenidas entre las distintas áreas, se obtuvo el siguiente diagrama de actividades, ver imagen 7

#### 4.1.5 Estudio de tiempos de recorrido del sistema actual (Pre prueba).

Tabla 6 Estudio de tiempos de la distancia entre maquinas del sistema actual

Actividad	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	TIEMPO MEDIO	VALORACIÓN	TN	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTANDAR	VELOCIDAD DE PRODUCCION TEORICA ACTUAL
<b>Almacen</b>																
Traslado insp chatarra	9.2	9.7	10.3	9.2	10.9	9.9	9.1	11.2	10.0	10.7	10.0	0.9	9.0	0.2	10.8	
Inspeccion chatarra	9.7	10.5	9.8	9.1	9.4	9.8	8.8	10.4	9.2	10.3	9.7	0.9	8.7	0.2	10.5	
Traslado horno	10.4	9.8	10.4	9.7	10.8	9.5	9.3	10.4	9.9	10.5	10.1	0.9	9.1	0.2	10.9	
Horno	179.5	181.4	183.3	175.6	177.5	178.3	178.7	175.6	181.6	182.3	179.4	0.9	161.4	0.2	193.7	2.5
Moldeado	25.7	26.0	26.6	23.9	29.6	28.6	35.8	34.3	30.7	25.1	28.6	0.9	25.8	0.2	30.9	15.5
Traslado a cepillado, lijado y pu	11.8	8.8	10.4	9.5	9.5	10.6	8.8	9.2	9.8	8.3	9.7	0.9	8.7	0.2	10.4	
cepillado lijado y pulido	22.7	25.3	26.8	24.4	21.5	24.9	36.1	27.3	22.1	27.2	25.8	0.9	23.2	0.2	27.9	17.2
Traslado a Fresadora	10.3	9.2	8.9	10.4	10.4	9.6	8.7	9.8	9.2	9.8	9.6	0.9	8.7	0.2	10.4	
Fresadora	32.8	30.1	37.7	40.1	34.7	36.7	36.6	37.8	33.4	30.8	35.1	0.9	31.6	0.2	37.9	12.7
Traslado a soldadura	27.7	30.1	28.5	30.2	26.7	27.4	30.1	30.1	28.9	32.7	29.2	0.9	26.3	0.2	31.6	
Soldadura	22.9	16.2	22.0	17.6	20.5	19.2	20.7	17.4	14.8	20.5	19.2	0.9	17.3	0.2	20.7	23.2
Traslado a torno	23.8	19.2	18.1	23.5	19.5	24.4	20.2	14.7	18.0	20.2	20.2	0.9	18.1	0.2	21.8	
Torno	32.4	28.6	29.443	28.6	29.3	26.6	30.7	32.9	30.248	29.2	28.9	0.9	26.0	0.2	31.17	15.4
Traslado a ensamble	7.6	8.0	7.329	7.9	10.7	7.9881	8.8	7.4	7.7975	8.6	8.2	0.9	7.4	0.2	8.87	
Ensamble	25.6	25.8	20.906	25.4	21.7	21.554	19.7	29.4	22.322	27.5	24.0	0.9	21.6	0.2	25.91	18.5
Traslado a control de calidad	8.2	7.8	8.3027	6.8	8.7	8.5851	6.1	7.7	8.0538	7.6	7.8	0.9	7.0	0.2	8.407	
Control de calidad	17.7	11.1	16.105	14.1	11.2	16.159	10.4	13.7	15.527	18.6	14.5	0.9	13.0	0.2	15.61	30.8
Traslado al almacen	26.3	27.6	27.6	27.3	24.1	20.6	21.3	26.6	23.3	23.3	24.8	0.9	22.3	0.2	26.8	
<b>Almacen</b>																
<b>TOTAL</b>	<b>504.3</b>	<b>485.2</b>	<b>502.5</b>	<b>493.3</b>	<b>486.8</b>	<b>490.3</b>	<b>499.8</b>	<b>505.9</b>	<b>484.9</b>	<b>503.2</b>					<b>534.2</b>	

Fuente: elaboración propia

Se realizó un estudio de tiempos de sistema actual, tanto de las operaciones, así como el tiempo de traslado entre las distintas áreas, ver tabla 6

Donde:

Mi= muestra tomada (son 10)

Valoración: valoración de la actividad



TN= Tiempo normal

Suplemento: tiempo adicional se estima en 20%

#### 4.1.6 Estimación de la producción actual (Pre prueba).

Una vez encontrado el tiempo estándar, para elaborar tapa de hierro fundido de 90 kilos, se determinó la producción semanal de la empresa, para ello se necesita calcular la capacidad instalada, usando la siguiente formula.

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{número de minutos semanales}}{\text{tiempo estandar o ciclo de producción}}$$

Dando los siguientes resultados:

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{2880}{534.6} = 5.38$$

Además se determinó que en cada ciclo de producción se elaboran 5 tapas de hierro fundido, de 90 kilos cada uno, logrando de esa manera establecer que la producción promedio semanal teórica es de 26.39 tapas de 90 kilos.

$$\text{Producción} = (5.38)(5) = 26.39 \text{ unidades/semana}$$

#### 4.1.8 Tiempo de ciclo de 10 semanas (Pre prueba).

Después de realizar estos cálculos, se obtuvieron los datos de los tiempos de ciclo de 10 semanas. Obtenido los siguientes datos, ver tabla 7

#### 4.1.7 Producción actual de 10 semanas (Pre prueba).

Después de realizar estos cálculos, se obtuvieron los datos de los tiempos y su producción real de la empresa durante 10 semanas, los datos encontrados fueron, ver tabla 8:

Tabla 7 Estudio de tiempo de ciclo del proceso del sistema actual

Duración	Tiempo estándar ciclo
Semana 01	541.6
Semana 02	529.4
Semana 03	527.2
Semana 04	530.7
Semana 05	532.9
Semana 06	536.6
Semana 07	530.8
Semana 08	544.2
Semana 09	537.6
Semana 10	530.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Estudio de unidades producidas promedio, del sistema actual

Duración	Unidades producidas
Semana 01	26.6
Semana 02	27.2
Semana 03	27.3
Semana 04	27.1
Semana 05	27.0
Semana 06	26.8
Semana 07	27.1
Semana 08	26.5
Semana 09	26.8
Semana 10	27.2

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.8 Propuesta de mejora

En la esta parte para determinar la propuesta de mejora, utilizamos el método de cálculo de superficies de P.F Guerchet, y como la producción de tapas de hierro fundido de 90 kilos, es de tipo de distribución por producto, según (Lopez, 2014).

- a. Determinación de áreas estáticas
- b. Determinación de áreas gravitacionales
- c. Determinación de área de seguridad
- d. Diseño de nueva distribución de planta

Se desarrolló el procedimiento de distribución de planta según (Muther, Distribución en Planta, 2010), que consistió en desarrollar las siguientes etapas:

##### **Etapas (1) Plantear el problema.**

Como se observa en la distribución de planta del sistema actual (pre prueba), la distribución de planta actual tiene un recorrido de 144 mts, por ser un proceso de fundición de tapas de hierro fundido, las características del proceso productivo es lineal, se observó, según el diagrama de operaciones y el diagrama de actividades que las operaciones, las estaciones que debe estar cerca se encuentra lejos, generando recorridos innecesarios (tiempos muertos), por lo tanto el objetivo de esa distribución de planta es reorganizarlo en un sistema productivo lineal, donde las estaciones, se encuentren lo más cerca posible (evitando recorrido innecesarios), pero cumpliendo las distancias técnicas necesarias, según el método de distribución Gerchet.

## Etapa (2) Reunir los hechos

Según los datos encontrados, ver tabla 9, tenemos las dimensiones de las máquinas utilizadas en este proceso que son:

Tabla 9 Dimensiones de las maquinas, de las estaciones de trabajo

Estación	Altura cm	Ancho cm	Profundidad cm
Inspección chatarra (mesa)	76	90	180
Horno	130	90	90
cepillado lijado y pulido	140	200	300
Fresadora	230	120	180
Soldadura	80	120	120
Torno	140	90	350
Ensamble	80	120	120
Control de calidad	90	130	120

Fuente: Elaboración propia

## Etapa (3) Replantear el problema.

Determinamos el área estática de cada una de estas estaciones, según lo manifestado por (Lopez, 2014), ver tabla 10.

Tabla 10 Áreas estáticas de las maquinas

Estación	Ancho cm	Profundidad cm	Área estática metros cuadrados
Inspección chatarra (mesa)	90	180	1.62
Horno	90	90	0.81
Cepillado lijado y pulido	200	300	6.00
Fresadora	120	180	2.16
Soldadura	120	120	1.44
Torno	90	350	3.15
Ensamble	120	120	1.44
Control de calidad	130	120	1.56

Fuente: Elaboración propia

Determinamos el área gravitacional, de cada una de estas estaciones, según lo manifestado por (Lopez, 2014), ver tabla 11.

Tabla 11 Áreas gravitacionales de las maquinas

Estación	Nro. de lados que se utiliza	Área estática metros cuadrados	Área gravitacional metros cuadrados
Inspección chatarra (mesa)	3	1.62	4.86
Horno	4	0.81	3.24
Cepillado lijado y pulido	2	6.00	12.00
Fresadora	3	2.16	6.48
Soldadura	4	1.44	5.76
Torno	2	3.15	6.30
Ensamble	4	1.44	5.76
Control de calidad	4	1.56	6.24

Fuente: Elaboración propia

Determinamos el área de evolución, de cada una de estas estaciones, según lo manifestado por (Lopez, 2014), ver tabla 12.

Tabla 12 Área de evolución de las maquinas

Estación	Área estática metros cuadrados	Área gravitacional metros cuadrados	Factor "K"	Área evolución metros cuadrados
Inspección chatarra (mesa)	4.86	4.86	2	19.44
Horno	3.24	3.24	2	12.96
Cepillado lijado y pulido	12.00	12.00	2	48.00
Fresadora	6.48	6.48	2	25.92
Soldadura	5.76	5.76	2	23.04
Torno	6.30	6.30	2	25.20
Ensamble	5.76	5.76	2	23.04
Control de calidad	6.24	6.24	2	24.96
			Área Total	202.56

Fuente: Elaboración propia

#### **Etapa (4) Etapa Analizar y decidir.**

En base a la información se plantea la nueva distribución de planta, ver imagen 8, en base a los datos obtenidos en la etapa (3).

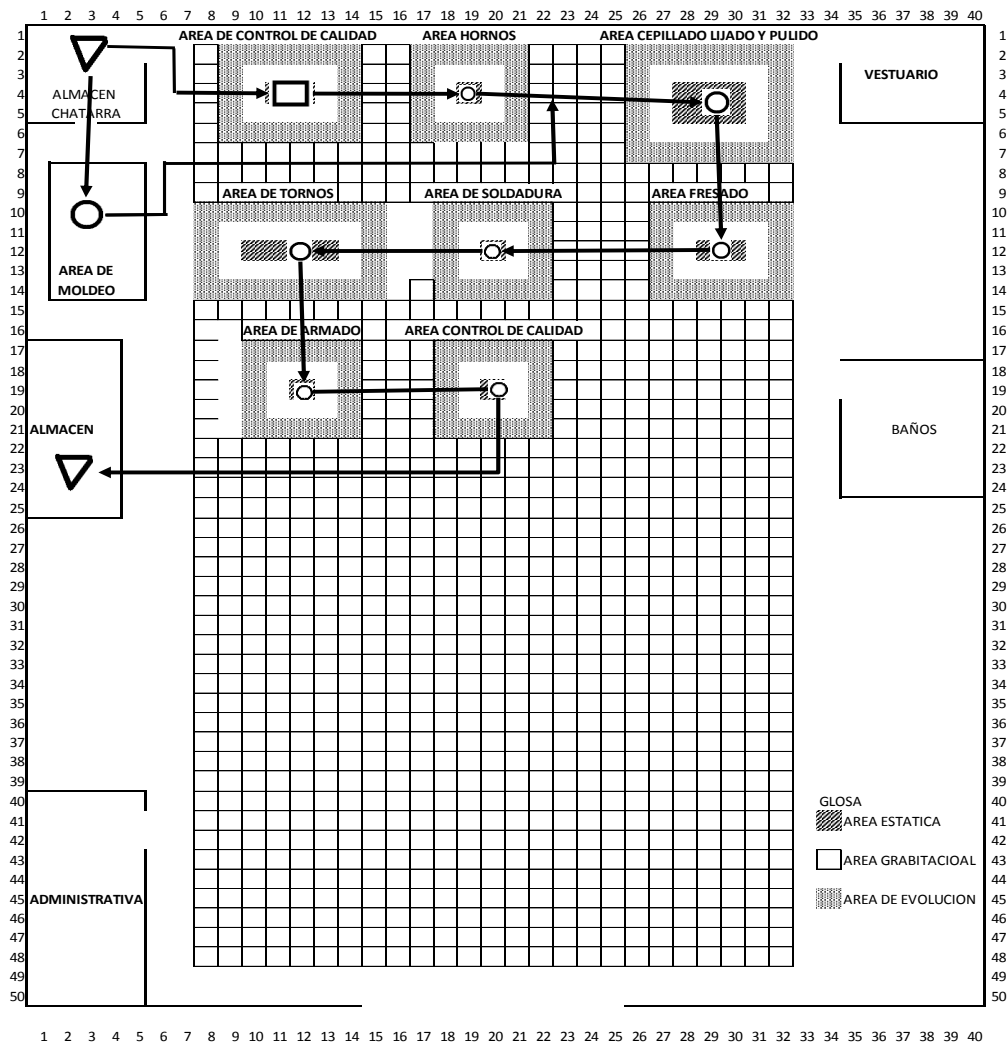
#### **Etapa (5) Actuar.**

En esta etapa se realizó la distribución de planta propuesta y se llevó a cabo, los nuevos estudios

de tiempos estándar, entre las distintas áreas, del sistema mejorado (post prueba), así como el recojo del nuevo tiempo de ciclo propuesto y la capacidad de producción semanal del sistema mejorado (post prueba), para demostrar el beneficio del nuevo sistema de distribución de planta.

#### 4.1.9 Diagrama de recorrido de proceso mejorado (Post prueba).

Imagen 8 Diagrama de recorrido del sistema mejorado



Fuente: Elaboración propia

En base a esta información se tomó las distancias, actuales entre las diferentes áreas, encontrándose las siguientes distancias de recorrido, entre las distintas áreas, ver imagen 8.

En base a esta nueva distribución, se determinó las nuevas distancias recorridas entre las diferentes áreas que fueron: ver tabla 13.

Con estos nuevos datos se actualizo el diagrama actividades del sistema mejorado (post prueba), ver imagen 9, con la finalidad de realizar un nuevo estudio de tiempos de las máquinas y/ o estaciones, y a la vez determinar el nuevo tiempo de ciclo y la nueva capacidad de producción semanal.

Tabla 13 Distancia entre las distintas maquinas del proceso mejorado

Nro.	De	A	Distancia en metros
1	Almacén de Chatarra	Área de control de calidad	5
2	Área de control de calidad	Área de Hornos	7
3	Área de Moldeo	Área de cepillado, lijado y pulido	5
4	Área de cepillado, lijado y pulido	Área de fresadora	6
5	Área de fresadora	Área de soldadura	8
6	Área de soldadura	Área de tornos	6
7	Área de tornos	Área de armado	7
8	Área de armado	Área de control de calidad	6
9	Área de control de calidad	Almacén de productos terminados	12
Total			62

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realiza la toma de 10 muestras, semanal del (sistema mejorado post prueba) y 10 muestras de la producción, semanal del sistema mejorado post prueba.

Teniendo estos datos, tiempo de ciclo del sistema actual (pre prueba) se comparará con el tiempo de ciclo del sistema mejorado (post prueba), para demostrar si la hipótesis es verdadera o falsa, como se demuestra en la contratación de hipótesis.

De igual manera se realizó este procedimiento, para determinar la producción semanal de la planta del sistema actual (pre prueba) se comparará con la producción semanal de la planta del sistema mejorado (post prueba), para demostrar si la hipótesis es verdadera o falsa, como se demuestra en la contratación de hipótesis.

Imagen 9 Diagrama de actividades del proceso mejorado

Actividad	ALMACEN ▽	OPERACIÓN ○	INSPECCION □	DEMORA D	TRANSPORTE ⇧	Distancia	Tiempo	Tiempo productivo	Tiempo improductivo
<b>Almacen</b>	<b>X</b>								
<b>Traslado insp chatarra</b>					<b>X</b>	<b>5</b>	<b>10.8</b>		<b>10.8</b>
<b>Inspeccion chatarra</b>			<b>X</b>				<b>10.9</b>		<b>10.9</b>
<b>Traslado horno</b>					<b>X</b>	<b>7</b>	<b>5.4</b>		<b>5.4</b>
<b>Horno</b>		<b>X</b>					<b>194.0</b>	<b>194.0</b>	
<b>Moldeado</b>		<b>X</b>					<b>33.1</b>	<b>33.1</b>	
<b>Traslado a cepillado, lijado y pulido</b>					<b>X</b>	<b>5</b>	<b>6.5</b>		<b>6.5</b>
<b>cepillado lijado y pulido</b>		<b>X</b>					<b>26.9</b>	<b>26.9</b>	
<b>Traslado a Fresadora</b>					<b>X</b>	<b>6</b>	<b>7.6</b>		<b>7.6</b>
<b>Fresadora</b>		<b>X</b>					<b>37.3</b>	<b>37.3</b>	
<b>Traslado a soldadura</b>					<b>X</b>	<b>8</b>	<b>10.7</b>		<b>10.7</b>
<b>Soldadura</b>		<b>X</b>					<b>20.8</b>	<b>20.8</b>	
<b>Traslado a torno</b>					<b>X</b>	<b>6</b>	<b>10.1</b>		<b>10.1</b>
<b>Torno</b>		<b>X</b>					<b>38.5</b>	<b>38.5</b>	
<b>Traslado a ensamble</b>					<b>X</b>	<b>7</b>	<b>9.1</b>		<b>9.1</b>
<b>Ensamble</b>		<b>X</b>					<b>26.2</b>	<b>26.2</b>	
<b>Traslado a control de calidad</b>					<b>X</b>	<b>6</b>	<b>8.8</b>		<b>8.8</b>
<b>Control de calidad</b>		<b>X</b>					<b>15.9</b>	<b>15.9</b>	
<b>Traslado al almacen</b>					<b>X</b>	<b>12</b>	<b>9.7</b>		<b>9.7</b>
<b>Almacen</b>	<b>X</b>								
					<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>482.1</b>	<b>393</b>	<b>89.6</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.10 Estudio de tiempos de recorrido del sistema mejorado (Post prueba).

Se realizó un estudio de tiempos de sistema mejorado (Post prueba), tanto de las operaciones (no hubo cambios), así como el tiempo de traslado entre las mismas, ver tabla 14

Donde:

Mi= muestra tomada (son 10)

Valoración: valoración de la actividad

TN= Tiempo normal

Suplemento: tiempo adicional se estima en 20%

Tabla 14 Estudio de tiempo de las maquinas del sistema mejorado

<b>Actividad</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>	<b>M9</b>	<b>M10</b>	<b>TIEMPO MEDIO</b>	<b>VALORACIÓN</b>	<b>TN</b>	<b>SUPLEMENTO</b>	<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	<b>VELOCIDAD DE PRODUCCION TEORICA ACTUAL</b>
<b>Almacén</b>																
<b>Traslado insp chatarra</b>	10.1	9.2	10.1	10.3	9.5	10.2	9.9	9.4	10.4	11.1	10.0	0.9	9.0	0.2	10.8	
<b>Inspeccion chatarra</b>	10.5	9.3	10.9	9.5	11.6	9.7	9.5	9.4	10.1	10.1	10.1	0.9	9.1	0.2	10.9	
<b>Traslado horno</b>	6.6	4.6	4.6	4.4	4.8	4.0	5.4	6.2	4.8	4.7	5.0	0.9	4.5	0.2	5.4	
<b>Horno</b>	183.9	174.4	180.2	185.7	182.5	174.8	177.8	178.1	179.0	179.7	179.6	0.9	161.6	0.2	194.0	2.5
<b>Moldeado</b>	33.2	32.2	32.6	27.2	32.6	31.7	26.5	30.9	30.0	29.3	30.6	0.9	27.5	0.2	33.1	14.5
<b>Traslado a cepillado, lijado y pu</b>	6.6	5.6	5.9	5.4	4.5	6.1	5.5	4.8	6.4	5.0	6.0	0.9	5.4	0.2	6.5	
<b>cepillado lijado y pulido</b>	21.0	24.5	26.3	25.7	18.2	26.2	27.8	23.2	31.1	25.1	24.9	0.9	22.4	0.2	26.9	17.8
<b>Traslado a Fresadora</b>	6.3	8.0	5.3	7.7	7.0	7.4	5.6	7.1	7.5	8.2	7.0	0.9	6.3	0.2	7.6	
<b>Fresadora</b>	36.0	34.7	35.2	34.7	34.0	32.6	35.2	35.6	33.0	33.8	34.5	0.9	31.0	0.2	37.3	12.9
<b>Traslado a soldadura</b>	9.8	6.1	9.6	7.6	9.4	10.7	10.1	10.3	13.3	11.8	9.9	0.9	8.9	0.2	10.7	
<b>Soldadura</b>	18.8	18.5	15.1	17.7	17.1	19.1	24.9	19.2	20.8	21.8	19.3	0.9	17.4	0.2	20.8	23.0
<b>Traslado a torno</b>	8.4	9.1	8.6	11.2	11.6	6.8	9.5	8.8	9.2	10.5	9.4	0.9	8.4	0.2	10.1	
<b>Torno</b>	27.3	28.7	30.023	30.7	29.2	32.901	28.4	29.7	29.703	35.8	35.6	0.9	32.0	0.2	38.46	12.5
<b>Traslado a ensamble</b>	7.8	7.9	8.246	7.7	9.6	9.2591	8.8	8.3	9.2735	7.7	8.4	0.9	7.6	0.2	9.125	
<b>Ensamble</b>	25.8	22.2	22.153	23.4	23.9	23.835	26.2	26.7	26.922	21.2	24.2	0.9	21.8	0.2	26.17	18.3
<b>Traslado a control de calidad</b>	7.5	8.3	9.2705	7.2	7.1	8.1898	8.2	8.2	9.404	8.4	8.2	0.9	7.4	0.2	8.826	
<b>Control de calidad</b>	12.0	16.9	17.469	13.9	10.1	16.908	16.4	20.1	15.405	7.9	14.7	0.9	13.2	0.2	15.88	30.2
<b>Traslado al almacén</b>	10.5	9.8	8.4	7.0	8.2	8.9	8.2	9.7	9.6	9.6	9.0	0.9	8.1	0.2	9.7	
<b>Almacén</b>																
<b>TOTAL</b>	442.0	430.0	440.1	437.0	430.8	439.3	443.8	445.9	455.8	441.3					482.1	

Fuente: Elaboración propia



#### **4.1.11 Estimación de la producción mejorada (Post prueba).**

Una vez encontrado el tiempo estándar, para elaborar tapa de fierro fundido de 90 kilos, se determinó la producción semanal de la empresa, para ello se necesita calcular la capacidad instalada, usando la siguiente formula.

$$\textit{Capacidad Instalada} = \frac{\textit{número de minutos semanales}}{\textit{tiempo estandar o ciclo de produccion}}$$

Dando los siguientes resultados:

$$\textit{Capacidad Instalada} = \frac{2880}{482.1} = 5.97$$

Además se determinó que en cada ciclo de producción se elaboran 5 tapas de fierro fundido, de 90 kilos cada uno, logrando de esa manera establecer que la producción promedio semanal teórica es de 29.85 tapas de 90 kilos.

$$\textit{Producción} = (\textit{Capacidad instalada})(\textit{unidades producidas por ciclo})$$

$$\textit{Producción} = (5.97)(5) = 29.85 \textit{ unidades/semana}$$

#### **4.1.12 Tiempo de ciclo de 10 semanas (Post prueba).**

Después de realizar estos cálculos, se obtuvieron los datos de los tiempos de ciclo de 10 semanas. Obtenido los siguientes datos, ver tabla 15.

#### **4.1.13 Producción mejorada de 10 semanas (Post prueba).**

Después de realizar estos cálculos, se obtuvieron los datos de los tiempos y su producción real de la empresa durante 10 semanas, los datos encontrados fueron, ver tabla 16.

#### **4.1.14 Resumen de datos sistema actual y mejorado (Pre prueba-Post Prueba).**

En base a los datos obtenidos y en función de los indicadores en la presente investigación, podemos concluir en forma de un análisis descriptivo básico lo siguiente:

La distancia de recorrido obtenido del sistema actual (pre prueba) es de 144 metros, frente a la distancia obtenida del sistema mejorado (post prueba) es de 62.0 mts, haciendo un ahorro de recorrido de 82 mts, que redundara en la capacidad de producción de la planta.

Con respecto al tiempo de ciclo de producción, se encontró que el tiempo de ciclo de producción del sistema actual (pre prueba) es de 534 minutos, frente a 482.10 minutos del sistema mejorado (post prueba), haciendo un ahorro de 51.9 minutos.

Tabla 15 Estudio del tiempo de ciclo de producción de proceso mejorado

Duración	Tiempo estándar
	ciclo (min)
Semana 01	478.6
Semana 02	486.5
Semana 03	491.7
Semana 04	484.6
Semana 05	469.8
Semana 06	478.3
Semana 07	483.9
Semana 08	469.0
Semana 09	488.0
Semana 10	492.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Estudio de unidades promedio producidas en el sistema mejorado

Duración	Unidades
	producidas (semana)
Semana 01	30.1
Semana 02	29.6
Semana 03	29.3
Semana 04	29.7
Semana 05	30.7
Semana 06	30.1
Semana 07	29.8
Semana 08	30.7
Semana 09	29.5
Semana 10	29.2

Fuente: Elaboración propia

La capacidad de producción del sistema actual (pre prueba), en promedio semanal es de 26.39 unidades, frente a 29.85 unidades en promedio semanal del sistema mejorado (post prueba), indicando un incremento de 3.36 tapas de hierro fundido de 90 kilos, ver tabla 17.

Tabla 17 Resumen de los indicadores del proceso actual y proceso mejorado

Indicador	Sistema actual	Sistema mejorado	Mejora
	(Pre prueba)	(Post prueba)	
Distancia (Mts)	144.00	62.00	82.0
Tiempo de ciclo de producción (min)	534.00	482.10	51.9
Producción (unidad/semana)	26.39	29.85	3.46

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.15 Análisis descriptivo sistema actual y mejorado (Pre prueba-Post Prueba).

En este acápite se realizó el análisis descriptivo de los indicadores, que son distancia, tiempo de ciclo y producción semanal, procesados en el paquete estadístico de Spss.

##### a. Análisis descriptivo distancias sistema actual (Pre prueba)

Al realizar el análisis descriptivo de la distancia del sistema actual, solo podemos afirmar que la distancia recorrida es de 144 mts, ver tabla 17.

##### b. Análisis descriptivo del tiempo de ciclo (Pre prueba)

Con respecto al tiempo de ciclo, del sistema actual de una semana, de los 6 días de la semana se tomó un día al azar y ese tiempo de ciclo encontrado, represento el tiempo de ciclo de la semana, de esa manera se obtuvo el tiempo de ciclo semanal.

Estos 10 tiempos de ciclo semanal, se procesaron en el paquete estadístico Spss, obtenido los siguientes resultados, ver tabla 18 y 19.

La información que nos muestra la tabla 18, es el resumen del procesamiento de datos del tiempo de ciclo de sistema actual (pre prueba) y nos indica que el tamaño de la muestra es de 10 y no existen valores perdidos, en esta muestra.

Tabla 18 Resumen del número de datos del tiempo de ciclo del sistema actual

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Pre_prueba_tiempo	10	50,0%	10	50,0%	20	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al análisis descriptivo del tiempo de ciclo del sistema actual (pre prueba), nos muestra que la media de este tiempo de ciclo es de 543.11 minutos, con una mediana de 531.81 minutos, indicando que la curva de datos está ligeramente inclinada hacia la derecha, teniendo un valor máximo de 544.00 minutos y un valor mínimo de 527.00 minutos. Mostrando un rango de 17.00 minutos, además muestra una desviación estándar de 5.64 minutos, que indica que los datos están dispersos, ver tabla 19.

Tabla 19 Estadísticos descriptivos del tiempo de ciclo promedio de proceso actual

**Descriptivos**

		Estadístico	Desv. Error	
Pre_prueba_tiempo	Media	534,11	1,78372	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	530,07	
		Límite superior	538,14	
	Media recortada al 5%	533,93		
	Mediana	531,85		
	Varianza	31,81		
	Desv. Desviación	5,64		
	Mínimo	527,20		
	Máximo	544,20		
	Rango	17,00		
	Rango intercuartil	8,68		
	Asimetría	,719	,687	
	Curtosis	-,677	1,334	

Fuente: Elaboración propia

c. Análisis descriptivo de la producción semanal, sistema actual (Pre prueba)

Con respecto a la producción semanal, se determinó, por el número de promedio terminadas por la siguiente formula:

$$\text{Producción} = (\text{Capacidad instalada})(\text{unidades producidas por ciclo})$$

Encontrando los datos que se muestran en la tabla 15

Estas 10 muestras (producción semanal), se procesaron en el paquete estadístico Spss, obtenido los siguientes resultados, ver tabla 20 y 21.

Tabla 20 Resumen del número de datos de la producción sistema actual

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Pre prueba producción	10	50,0%	10	50,0%	20	100,0%

Fuente: Elaboración propia

La información que nos muestra la tabla 20, es el resumen del procesamiento de datos de la producción semanal del sistema actual (pre prueba) y nos indica que el tamaño de la muestra es de 10 y no existen valores perdidos, en esta muestra.

Tabla 21 Estadísticos descriptivos de la producción de proceso actual

**Descriptivos**

		Estadístico	Desv. Error	
Pre prueba producción	Media	26,96	,08589	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	26,77	
		Límite superior	27,15	
	Media recortada al 5%	26,97		
	Mediana	27,05		
	Varianza	,074		
	Desv. Desviación	,27		
	Mínimo	26,50		
	Máximo	27,30		
	Rango	,80		
	Rango intercuartil	,45		
	Asimetría	-,55	,687	
	Curtosis	-,98	1,334	

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al análisis descriptivo la producción semanal del proceso actual (pre prueba), nos muestra que la media de producción semanal de 26.96 unidades, con una mediana de 27.05 unidades, indicando que la curva de datos está ligeramente inclinada hacia la derecha, teniendo un valor máximo de 27.35 unidades y un valor mínimo de 26.50 unidades. Mostrando un rango de 0.8 unidades, además muestra una desviación estándar de 0.27 unidades, que indica que los datos se encuentran concentrados sobre la media, ver tabla 21.

d. Análisis descriptivo distancias mejorado (Post Prueba)

Al realizar el análisis descriptivo de la distancia del sistema mejorado, solo podemos afirmar que la distancia recorrida es de 62.0 mts, ver tabla 17.

e. Análisis descriptivo del tiempo de ciclo, sistema mejorado (Post Prueba)

Con respecto al tiempo de ciclo, del sistema mejorado (post prueba) de una semana, de los 6 días de la semana se tomó un día al azar, y ese tiempo de ciclo encontrado, represento el tiempo de ciclo de la semana, de esa manera se obtuvo el tiempo de ciclo semanal.

Estos 10 tiempos de ciclo semanal del sistema mejorado, se procesaron en el paquete estadístico Spss, obtenido los siguientes resultados, ver tabla 22 y 23.

La información que nos muestra la tabla 22, es el resumen del procesamiento de datos del tiempo de ciclo de sistema mejorado (post prueba) y nos indica que el tamaño de la muestra es de 10 y no existen valores perdidos, en esta muestra.

Tabla 22 Resumen del número de datos del tiempo de ciclo proceso mejorado

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Post_prueba_tiempo	10	50,0%	10	50,0%	20	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Estadísticos descriptivos tiempo de ciclo de producción del proceso mejorado

Descriptivos		Estadístico	Desv. Error
Post_prueba_tiempo	Media	482,28 m	2,61 m
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	476,39 m
		Límite superior	488,18 m
	Media recortada al 5%	482,46 m	
	Mediana	484,25 m	
	Varianza	67,91 m	
	Desv. Desviación	8,24 m	
	Mínimo	469,00 m	
	Máximo	492,40 m	
	Rango	23,40 m	
	Rango intercuartil	12,75 m	
	Asimetría	-,558 m	,69 m
	Curtosis	-,762 m	1,33 m

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al análisis descriptivo del tiempo de ciclo del proceso mejorado (post prueba), nos muestra que la media de este tiempo de ciclo es de 482.28 minutos, con una mediana de 484.25 minutos, indicando que la curva de datos está ligeramente inclinada hacia la izquierda, teniendo un valor máximo de 492.40 minutos y un valor mínimo de 469.00 minutos. Mostrando un rango de 23.40 minutos, además muestra una desviación estándar de 8.24 minutos, que indica que los datos están dispersos, ver tabla 23.

f. Análisis descriptivo de la producción mejorado (Post Prueba)

Con respecto a la producción semanal, se determinó, por el número de promedio terminadas por la siguiente formula:

$$Producción = (Capacidad instalada)(unidades producidas por ciclo)$$

Encontrando los datos que se muestran en la tabla 16

Estas 10 muestras (producción semanal), se procesaron en el paquete estadístico Spss, obtenido los siguientes resultados, ver tabla 24 y 25.

Tabla 24 Resumen del número de datos producción de ciclo sistema mejorado

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Post prueba producción	10	50,0%	10	50,0%	20	100,0%

Fuente: Elaboración propia

La información que nos muestra la tabla 24, es el resumen del procesamiento de datos de la producción semanal del sistema mejorado (post prueba) y nos indica que el tamaño de la muestra es de 10 y que no existen valores perdidos, en esta muestra.

Tabla 25 Estadísticos descriptivos de producción del sistema mejorado

		Descriptivos	
		Estadístico	Desv. Error
Post prueba producción	Media	29,87 uni	,17 uni
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	29,50 uni
		Límite superior	30,25 uni
	Media recortada al 5%	29,86 uni	
	Mediana	29,75 uni	
	Varianza	,29 uni	
	Desv. Desviación	,53 uni	
	Mínimo	29,20 uni	
	Máximo	30,70 uni	
	Rango	1,50 uni	
	Rango intercuartil	,80 uni	
	Asimetría	,58 uni	,69 uni
	Curtosis	-,70 uni	1,33 uni

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al análisis descriptivo la producción semanal de proceso mejorado (post prueba), nos muestra que la media de producción semanal de 29.87 unidades, con una mediana de 29.75 unidades, indicando que la curva de datos está ligeramente inclinada hacia la derecha, teniendo un valor máximo de 30.70 unidades y un valor mínimo de 29.20 unidades. Mostrando un rango de 1.50 unidades, además muestra una desviación estándar de 0.52 unidades, que indica que los datos se encuentran concentrados sobre la media, ver tabla 25.

g.- Análisis comparativo del tiempo de ciclo del sistema actual (pre prueba) y sistema mejorado (Post Prueba)

Los datos encontrados con respecto al análisis descriptivo de la variable tiempo de ciclo, muestra que la media del tiempo de ciclo del sistema mejorado (post prueba), se redujo de 534.11

a 482.28 minutos, como se observa en la tabla 26, señalando que existe una mejora, con respecto a la mediana también se observa una mejora, por se reduce de 531.85 a 482.28 minutos, la moda pasa de 527.20 a 469.0 minutos, mostrando mejora en los tiempos de ciclo.

Con respecto al valor máximo se observa una disminución de 544.00 a 469.00 minutos y con respecto al valor mínimo se reduce de 527,20 a 469.40 minutos.

Tabla 26 Estadísticos descriptivos tiempo de ciclo de proceso actual y proceso mejorado

	Pre_prueba_tiempo	Post_prueba_tiempo
N	Válido	10
	Perdidos	10
Media	534,11 m	482,28 m
Mediana	531,85 m	484,25 m
Moda	527,20 m	469,00 m
Desv. Desviación	5,64 m	8,24 m
Varianza	31,82 m	67,91 m
Asimetría	,72 m	-,56 m
Error estándar de asimetría	,69 m	,69 m
Curtosis	-,68 m	-,76 m
Error estándar de curtosis	1,33 m	1,33 m
Rango	17,00 m	23,40 m
Mínimo	527,20 m	469,00 m
Máximo	544,20 m	492,40 m
Suma	5341,10 m	4822,80 m

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al valor del rango se observó que existe un incremento que va de 17.00 a 23.40 minutos, lo mismo sucede con la desviación estándar que se incrementa de 5.64 a 8.24 minutos, desde el punto de vista descriptivo se podría decir que la prueba de hipótesis con respecto al tiempo de ciclo se aprueba, pero la demostración debe hacerse desde el punto de vista de estadística inferencial, como se demostrara más adelante del presente trabajo.

h.- Análisis comparativo de la producción del sistema actual y mejorado (Pre prueba-Post Prueba)

Los datos encontrados con respecto al análisis descriptivo de la variable producción semanal, muestra que la media de la producción semanal del sistema mejorado (post prueba), se incrementa de 26.96 a 29.87 unidades, como se observa en la tabla 27, señalando que existe una mejora, con respecto a la mediana también se observa una mejora, por se reduce de 27.05 a 29.70 unidades, la moda pasa de 26.80 a 30.10 unidades, mostrando mejora en la producción de la empresa.



Tabla 27 Estadísticos descriptivos producción de proceso actual y proceso mejorado

		<b>Estadísticos</b>	
		Pre prueba producción	Post prueba producción
N	Válido	10	10
	Perdidos	10	10
Media		26,96 uni	29,87 uni
Mediana		27,05 uni	29,75 uni
Moda		26,80 uni	30,10 uni
Desv. Desviación		,27 uni	,53 uni
Varianza		,07 uni	,28 uni
Asimetría		-,55 uni	,58 uni
Error estándar de asimetría		,69 uni	,69 uni
Curtosis		-,99 uni	-,71 uni
Error estándar de curtosis		1,33 uni	1,34 uni
Rango		,80 uni	1,50 uni
Mínimo		26,50 uni	29,20 uni
Máximo		27,30 uni	30,70 uni
Suma		269,60 uni	298,70 uni

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al valor máximo se observa un incremento que va de 27.30 a 30.70 unidades y con respecto al valor mínimo se incrementa de 26.50 a 29.20 unidades.

Con respecto al valor del rango se observó que existe un incremento que va de 0.8 a 1.50 unidades, lo mismo sucede con la desviación estándar que se incrementa de 0.29 a 0.52 unidades, desde el punto de vista descriptivo se podría decir que la prueba de hipótesis con respecto producción semana se aprueba, porque se incrementa la capacidad de producción de la planta, por la mejora en la distribución de planta, pero la demostración debe hacerse desde el punto de vista de estadística inferencial, como se demostrara más adelante del presente trabajo.

#### **4.2 Contrastación de hipótesis**

Se determinó la prueba de la normalidad de las variables tiempo de ciclo y producción semanal, tomando en cuenta las siguientes hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

H1: Los datos no provienen de una distribución normal

Esto se lograra determinar si el nivel de significancia es mayor a 0.05 indicara que los datos son normales, aceptándose la Ho y si es menor el nivel de significancia a 0.05, indicara que los datos

no provienen de una distribución normal

Los resultados encontrados al aplicar la prueba de normalidad en Spss, es, ver tabla 28, 29.

Tabla 28 Estadísticos de prueba de normalidad de las variables

<b>Resumen de procesamiento de casos</b>						
Casos						
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Pre prueba tiempo	10	50,0%	10	50,0%	20	100,0%
Post prueba tiempo	10	50,0%	10	50,0%	20	100,0%
Pre prueba producción	10	50,0%	10	50,0%	20	100,0%
Post prueba producción	10	50,0%	10	50,0%	20	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Estadísticos inferenciales de prueba de normalidad de las variables

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre prueba tiempo	,221	10	,180	,915	10	,314
Post prueba tiempo	,178	10	,200*	,920	10	,353
Pre prueba producción	,197	10	,200*	,923	10	,384
Post prueba producción	,153	10	,200*	,918	10	,340

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

La prueba estadística que se aplicara es el de Shapiro-Wilk, porque la muestra es menor a 30 elementos. Al realizar el análisis se observó que el nivel de significancia es mayor que 0.05, por lo tanto los datos de la pre pruebas y post prueba, son normales

En base a que el estudio que se realizó, se observó que es un estudio longitudinal (Pre prueba y post prueba), además las variables son numéricas y normales, utilizaremos la prueba “t de student para muestras relacionadas”, según la siguiente definición “El procedimiento Prueba T para muestras relacionadas compara las medias de dos variables de un solo grupo. El procedimiento calcula las diferencias entre los valores de las dos variables de cada caso y contrasta si la media difiere de 0”, (IBM, 2019)

#### **a.- Contrastación hipótesis general**

La hipótesis general de nuestra tesis es:

**HG:** La nueva distribución de planta incrementa la producción en la empresa Fadimsa S.A.

**Ho:** La nueva distribución de planta no incrementa la producción en la empresa Fadimsa S.A.

Para demostrar esta hipótesis, utilizaremos la diferencia de medias entre media unidades producidas semanalmente del sistema actual (Pre prueba) y media unidades producidas semanalmente del sistema mejorado (Post Prueba), aplicando la prueba de “t student”.

### Resultados

Se observó que la media de la pre prueba de producción semanal es de 26.96 unidades y la media de post prueba de producción semanal es de 29.87 unidades, en las 10 semanas, que se realizó la investigación, señalándonos que se incrementó la producción de la empresa, esto indica que mejoro la capacidad de producción de la planta, ver tabla , pero esto se necesita demostrar estadísticamente, para ello utilizamos la prueba de “t-student, para muestra relacionadas”, ver tabla 30, 31, observando que su nivel de significancia es de 0.000, y como es menor a 0.05, se acepta la hipótesis general, por lo tanto podemos afirmar que estadísticamente que la mejora en la distribución de planta ha mejora la producción de la planta, donde se elaboran tapas de hierro, de 90 kilos.

Tabla 30 Estadístico descriptivos de pre prueba y post prueba de producción

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Pre prueba producción	26,9600	10	,27162	,08589
	Post prueba producción	29,8700	10	,52715	,16670

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 Estadístico inferenciales de pre prueba y post prueba de producción

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Pre prueba produccion - Post prueba produccion	-2,91000	,73704	,23307	-3,43724	-2,38276	-12,485	9	,000

Fuente: Elaboración propia

### b.- Contrastación hipótesis específica 01

La hipótesis específica 01, de nuestra tesis es:

**H1:** Las nuevas **distancias de recorrido de la distribución de planta** incrementa la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.

**Ho:** Las nuevas **distancias de recorrido de la distribución de planta** no incrementa la

**producción** en la empresa Fadimsa S.A.

Esta hipótesis se demostrara a través de los diagrama de recorrido del sistema actual (Pre prueba) y el sistema mejorado (post prueba)

## Resultados

Tabla 32 Resultados de hipótesis 01

Nro	De	A	Pre prueba Distancia en metros	Post prueba Distancia en metros
1	Almacén de Chatarra	Área de control de calidad	14	5
2	Área de control de calidad	Área de Hornos	7	7
3	Área de Moldeo	Área de cepillado, lijado y pulido	15	5
4	Área de cepillado, lijado y pulido	Área de fresadora	13	6
5	Área de fresadora	Área de soldadura	40	8
6	Área de soldadura	Área de tornos	14	6
7	Área de tornos	Área de armado	7	7
8	Área de armado	Área de control de calidad	6	6
9	Área de control de calidad	Almacén de productos terminados	28	12
Total			144	62

Fuente: Elaboración propia

## Interpretación

En base a los resultados mostrados en la tabla 32, se observa que las distancias de recorrido de proceso actual eran de 144 mts (Pre prueba) y al aplicar la mejora de la distribución de planta se redujo a 62 mts, logrando una reducción de 82 mts, y está demostrado, con la nueva propuesta de distribución de plana.

c.- Contrastación hipótesis específica 02

La hipótesis específica 02, de nuestra tesis es:

**H2:** Los nuevos **tiempos de recorrido de la distribución de planta** incrementa la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.

**Ho:** Los nuevos **tiempos de recorrido de la distribución de planta** no incrementa la **producción**

en la empresa Fadimsa S.A.

Para demostrar esta hipótesis, utilizaremos la diferencia de medias entre media tiempo de ciclo semanalmente del sistema actual (Pre prueba) y media tiempo de ciclo semanalmente del sistema mejorado (Post Prueba), aplicando la prueba de “t student”.

## Resultados

Se observó que la media de la pre prueba el ciclo de producción es 534.1 minutos unidades y la media de post prueba el ciclo de producción es de 482.28 minutos, en las 10 semanas, que se realizó la investigación, señalándonos que se disminuyó el ciclo de producción, esto indica que mejoro la capacidad de producción de la planta, ver tabla , pero esto se necesita demostrar estadísticamente, para ello utilizamos la prueba de “t-student, para muestra relacionadas”, ver tabla 33, 34, observando que su nivel de significancia es de 0.000, y como es menor a 0.05, se acepta la hipótesis general, por lo tanto podemos afirmar que estadísticamente que la mejora en la distribución de planta ha mejora la producción de la planta, donde se elaboran tapas de hierro, de 90 kilos.

Tabla 33 Estadístico descriptivos de pre prueba y post prueba del tiempo ciclo

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Pre prueba tiempo	534,1100	10	5,64062	1,78372
	Post prueba tiempo	482,2800	10	8,24066	2,60592

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34 Estadístico inferenciales de pre prueba y post prueba del tiempo ciclo

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Pre_prueba_tiempo - Post_prueba_tiempo	51,83000	12,68412	4,01107	42,75633	60,90367	12,922	9	,000

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Discusión de los resultados

1. De acuerdo a los resultados de la hipótesis general, que afirma que la correcta implementación de una nueva **distribución de planta** incrementará la **producción** en la empresa Fadimsa S.A. es verdadera y está demostrado estadísticamente, al encontrar un nivel de significancia de 0,000. Esta resultado es ratificado por diversos estudios

realizados, que afirman que es importante la organización adecuado de los procesos productivos, con respecto a las áreas de producción, según (Rodríguez, Hernández, López, Loyo, & Valdespino, 2018), afirmación brindada en conferencia de interdisciplinaria e avance de investigación, en el estudio intitulado “La disposición de planta en la fabricación de productos de madera y su relación con la productividad en la empresa Derivados de la Madera S.R.L - Cajamarca.”. Otro autor que ratifica esto es (Espino, 2018), que manifiesta que se puede incrementar la productividad de una empresa aplicando diversos métodos de distribución.

2. A través de los resultados obtenidos de la hipótesis 01, que afirma que la correcta implementación de nuevas **distancias de recorrido de la distribución de planta** incrementará la **producción** en la empresa Fadimsa S.A. esto se confirma con el estudio realizado por (Espino, 2018), que manifiesta que es posible incrementar la productividad aplicando el método de Guercht. Otro autor que ratifica esta conclusión es (Benites, I & Cortes, 2017), en su tesis intitulada “Propuesta de mejoramiento de las condiciones de trabajo mediante la distribución en planta y la aplicación de métodos de la ergonomía física en el taller de metalmecánica de la empresa COMERDIC LTDA”, donde manifiesta que un taller mal distribuido, no permite un flujo de materiales y personas, incluso impactando en la salud y seguridad del trabajador
3. De acuerdo a los resultados obtenidos de la hipótesis 02, que afirma que la correcta implementación de nuevos **tiempos de recorrido de la distribución de planta** incrementará la **producción** en la empresa Fadimsa S.A. es verdadera y está demostrado estadísticamente, al encontrar un nivel de significancia de 0,000. Además, es ratificado por diversos estudios realizados como el manifestado por (Montalvá, 2011), en su tesis doctoral intitulada “Optimización multiobjetivo de la distribución en planta de procesos industriales. Estudio de objetivos”, que manifiesta que, al reducir el tráfico de materiales en los pasillos, se incrementa la producción de la empresa. Otro autor que ratifica es (Huillca & Monzon, 2015), en su tesis intitulada ”Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s’s y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos”, que manifiesta que en base a su propuesta se logró incrementar la capacidad de producción, en el año 2019 y esto fue gracias a que distribuyeron correctamente los pasillos logrando disminuir los tiempos de traslado y por consecuencia mayor satisfacción por cumplimiento con sus clientes.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Las conclusiones a las que se llegó durante la presente investigación fueron:

1. Con respecto al objetivo general, que manifiesta “Determinar la nueva **distribución de planta** que incrementé la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.”, se logró determinar estadísticamente, en esta investigación, que la capacidad de producción de la planta se incrementó de 26.96 unidades semanales a 29.87 unidades semanales.
2. En relación con el objetivo específico 01, que manifiesta “Determinar las nuevas **distancias de recorrido de la distribución de planta** que incrementé la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.”, se determinó la distancia de recorrido se logró reducir de 144 mts del sistema actual (pre prueba) a 62 mts, en el sistema mejorado (post prueba)
3. En cuanto al objetivo específico 02, que manifiesta “Determinar los nuevos **tiempos de recorrido de la distribución de planta** que incrementé la **producción** en la empresa Fadimsa S.A.”, se demostró estadísticamente que la nueva distribución de planta, reduce el tiempo de ciclo de producción del proceso y por lo tanto se logró reducir el tiempo de ciclo del sistema actual (pre prueba) de 534.11 a 482.28 minutos (post prueba).

## **5.2 Recomendaciones**

1. En el caso de la producción se puede incrementar dicha capacidad mejorando el cuello de botella del proceso, que en este caso es el horno de fundición, estableciendo pre calentamiento del horno, antes de inicio de la hora de ingreso de los trabajadores, pero esta va a depender de la demanda de los productos (tapas de hierro fundido de 90 kilos).
2. En el recorrido de las distancias del producto de 90 kilos, se sugiere desarrollar dispositivos adecuados, con la finalidad que el trabajador, no se fatigue tanto al trasladarlos y a su vez acelere el traslado de dichos dispositivos de un lugar a otro.
3. Con relación a los tiempos de ciclo, específicamente a los tiempos parciales utilizados en cada una de las máquinas, se deben generar dispositivos, que disminuyan el tiempo de procesamiento en dichas maquinas logrando de esta manera incrementar aún más la capacidad instalada de producción de la empresa.



## BIBLIOGRAFIA

- Azalde, N., & Sanchez, J. (2013). *Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación*. Pereira: Universidad Tecnológica de Perira.
- Benites, I, & Cortes, J. (2017). *Propuesta de mejoramiento de las condiciones de trabajo mediante la distribución en planta y la aplicación de métodos de la ergonomía física en el taller de metalmecánica de la empresa COMERDIC LTDA. Tesis de pregrado*. Santiago de cali: Pontificia Inversidad Javeriana.
- Caba, N., Chamorro, O., & Fontalvo, T. (S.f). *Gestión de la Producción y Operaciones*. Mexico: Autores.
- Calderon, J. (2018). *Implementación de una estrategia de mejora para lograr el buen uso de horas hombre y horas maquina en el área de envasado n°3 de una planta farmacéutica*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Carro, R., & Gonzales, D. (s.f). *Los sistemas de produccion y operaciones*. Buenos Aires: Universidad Nacional del Mar la Plata.
- Diego, J. (2006). *Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos. Aportación al control de la geometría de las actividades., tesis doctoral*. Valencia : Universidad Politécnica de Valencia.
- Espino, A. (2018). *La disposición de planta en la fabricación de productos de madera y su relación con la productividad en la empresa Derivados de la Madera S.R.L - Cajamarca, Tesis de pre grado*. Cajamarca: Universidad peruana del Norte.
- García, R. (2000). *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Mexico: McGrall Hill.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de Investigacion*. México: McGraw-Hill.
- Huillca, M., & Monzon, A. (2015). *Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s's y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos, tesis de pregrado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lopez, E. (2014). *Distribución de planta para la optimización del manejo de materiales en la empresa de calzado dav-sport de la ciudad de AMBATO”*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

- Mayorga, C., Ruiz, M., Mantilla, L., & Moyolema, M. (s.f). Los procesos de producción y la productividad en la industria de calzado ecuatoriana: Caso empresa Mabelyz. *Congreso Iberoamericano de Investigación sobre MIPyME*, 1-20.
- Mejia, H., Wilches, M., Galofre, M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. *Scientia et Technica*, 63-68.
- Mondragon, A. (2002). ¿Qué son los indicadores? *Información y análisis*, 52-58.
- Montalvá, J. (2011). *Optimización multiobjetivo de la distribución en planta de procesos industriales. Estudio de objetivos, tesis doctoral*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Muñoz, M. (2004). *Diseño de distribución en planta de una empresa textil, tesis de pregrado*. Lima: Universidad Mayor Nacional de San Marcos.
- Muther, R. (2005). *Distribución de planta*. Barcelona: Hispano Europa.
- Muther, R. (2010). *Distribución en Planta*. Mexico: McGraw Hill Book Company.
- OTI. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: OTI.
- Puma, G. (2011). *Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa prefabricados del Austro*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Rau, J. (2009). *Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de procesos y residuales*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Solano, J. (2002). Los desafíos de la educación superior en el contexto de la globalización. *Revista Educación*, 137-145.
- Tejada, N., Gisber, V., & Perez, A. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al gsd. *3C emresa*, 39-49.
- Velasquez, Y., Nuñez, M., & Rodriguez, C. (2010). Estrategias para el mejoramiento de la productividad. *Innovation and Development for the Americas*, 1-10.
- Vigo. (2012). Modelo de los factores que afectan la productividad. *International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, 847-854.

## Otras fuentes de información electrónicas.

- ADEN Intenatioal Business School. (28 de 10 de 2018). *Diseño de la distribución en planta: Definición y cuándo realizarla*. Obtenido de Diseño de la distribución en planta: Definición y cuándo realizarla: <https://leanmanufacturing10.com/disen0-la-distribucion-planta-definicion-cuando-realizarla>
- Arrollo, M., & Torres, J. (08 de 08 de 2019). Obtenido de Apuntes de estudio, organizacion de plantas: [https://issuu.com/ingenieriaarquitecturausat/docs/organizacion\\_de\\_plantas\\_industriales](https://issuu.com/ingenieriaarquitecturausat/docs/organizacion_de_plantas_industriales)
- Cruz, M. (16 de 7 de 2019). *Tiempo estandar*. Obtenido de tiempo estandar: <https://es.scribd.com/document/95254825/Definicion-tiempo-estandar>
- Definición.org. (23 de 08 de 2018). *Definición de producción*. Obtenido de Definición de producción: <https://definicion.org/produccion>
- Figuerola, N. (12 de 10 de 2018). *Mejora de proceso*. Obtenido de Mejora de proceso: <https://articulospm.files.wordpress.com/2014/03/mejora-de-procesos.pdf>
- IBM. (06 de 08 de 2019). *IBM Center*. Obtenido de Prueba T para muestras relacionadas: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLVMB\\_sub/statistics\\_mainhelp\\_ddita/spss/base/idh\\_ttp.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLVMB_sub/statistics_mainhelp_ddita/spss/base/idh_ttp.html)
- Ingenio Empresa. (12 de 07 de 2019). *Muestreo de trabajo*. Obtenido de Muestreo del trabajo: Qué es y cómo se hace: <https://ingenioempresa.com/muestreo-del-trabajo/>
- Innpulsa Colombia. (05 de 06 de 2018). *Indicador de productividad*. Obtenido de Indicador de productividad: [https://www.innpulsacolombia.com/sites/default/files/anexo\\_5\\_indicadores\\_de\\_productividad.pdf](https://www.innpulsacolombia.com/sites/default/files/anexo_5_indicadores_de_productividad.pdf)
- Instituto Tecnológico de Tijuana. (20 de 08 de 2019). *Estudio de trabajo*. Obtenido de Estudio de tiempos con cronometro: <https://sites.google.com/site/estudiodeltrabajo1itt/unidad-4-estudio-de-tiempos-con-cronometro>
- ISSUU. (02 de 07 de 2019). *Distribución de instalaciones*. Obtenido de Calculo de superficies de distribución: <https://issuu.com/omarsuicapariona/docs/metodo-de-guerchet>
- McGraw-Hill Education. (12 de 09 de 2018). *La producción y la empresa*. Obtenido de La producción y la empresa: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448149971.pdf>
- Puentes, D., Garcia, D., Bermidez, M., & Blanco, S. (22 de 06 de 2018). *Diagrama de operaciones de procesos*. Obtenido de Conceptos basicos: <https://prezi.com/icf->

oxac2zw4/diagrama-de-operaciones-de-proceso-dop/

Rodríguez, L., Hernández, M., López, M., Loyo, J., & Valdespino, R. (01 de 10 de 2018).

*Problemas en el Área de Producción: Diagnóstico de Empresas en el Valle de México.*

Obtenido de Conferencia Interdisciplinaria de Avances en Investigación:

<http://xogi.ler.uam.mx:10080/jspui/bitstream/20.500.12222/129/6/000160.pdf>

Salas, J. (02 de 07 de 2018). *Tipos basicos de distribucion de planta*. Obtenido de Tipos basicos de distribucion de planta:

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01\\_n2/tipos.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01_n2/tipos.htm)

SlideShare. (02 de 09 de 2018). *Evolucion de la distribucion en planta*. Obtenido de SlideShare:

<https://www.slideshare.net/eaceved5/evolucion-de-la-distribucion-en-planta>

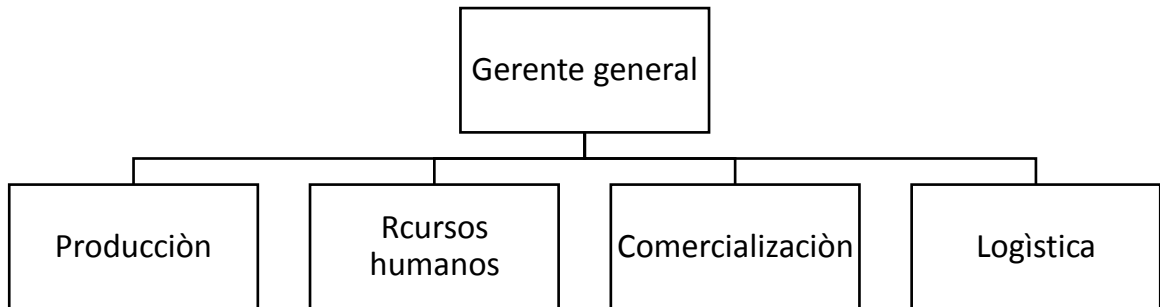
## **ANEXOS**

Anexo 1 Matriz de Coherencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	DEFINICION DE VARIABLES	METODOLOGIA TIPO - DISEÑO	POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO	INSTRUMENTOS
¿Cómo la nueva <b>distribución de planta</b> incrementará la <b>producción</b> en la empresa Fadimsa S.A.?	Determinar la nueva <b>distribución de planta</b> que incrementé la <b>producción</b> en la empresa Fadimsa S.A.	La nueva <b>distribución de planta</b> incrementa la <b>producción</b> en la empresa Fadimsa S.A.	<b>Variable independiente</b>  <b>Distribución de planta</b>	<u>Metodología:</u>  <b>Tipo:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> <li>• Retrospectiva</li> <li>• Longitudinal</li> <li>• Analítico</li> </ul> <b>Diseño:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pre experimental</li> </ul>	<u>Población:</u>  La población de 960 tapas al mes, cada tapa pesa 90 kilos, que fábrica la empresa Fadimsa S.A.  <u>Muestra</u>  El tamaño de la muestra es de 88 unidades	Plano de la empresa  Formato Estudio de tiempos  Formato recojo de datos de tiempo de ciclo de producción semanal  Formato recojo de producción semanal de producción
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICO	<b>Indicadores</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Distancia de recorrido de la distribución de planta</b></li> <li>• <b>Tiempo de recorrido de la distribución de planta</b></li> </ul> <b>Variable dependiente</b>  <b>Producción</b>  <b>Indicadores</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Unidades Producidas</b></li> </ul>			
¿Cómo las nuevas <b>distancias de recorrido de la distribución de planta</b> incrementarán la <b>producción</b> en la empresa Fadimsa S.A.?	Determinar las nuevas <b>distancias de recorrido de la distribución de planta</b> que incrementé la <b>producción</b> en la empresa Fadimsa S.A.	Las nuevas <b>distancias de recorrido de la distribución de planta</b> incrementan la <b>producción</b> en la empresa Fadimsa S.A.				
¿Cómo los nuevos <b>tiempos de recorrido de la distribución de planta</b> incrementará la <b>producción</b> en la empresa Fafimsa S.A.?	Determinar los nuevos <b>tiempos de recorrido de la distribución de planta</b> que incrementé la <b>producción</b> en la empresa Fafimsa S.A.C	Los nuevos <b>tiempos de recorrido de la distribución de planta</b> incrementa la <b>producción</b> en la empresa Fafimsa S.A.C				

Anexo 2

Organigrama de la Empresa Fadimsa S.A.



Fuente: elaboración propia

### Anexo 3

#### Listado de acciones realizadas – Proceso Fresadora

<b>DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO</b>	<b>ACCIONES</b>
Fresadora	Conserva su lugar
Taladro	Conserva su lugar
Cepillo	Conserva su lugar
Estante de herramientas	Organizar
Fresas	Organizar
Escareadores	Organizar
Llave de tubo	Organizar
Ejes	Organizar
Fresas madres	Organizar
Moldes	Organizar
Baldes	Reubicar
Mesas	Conserva su lugar
Sillas	Conserva su lugar
Caja de herramientas	Conserva su lugar
Gabinetes	Conserva su lugar
Desechos	Eliminar

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 4

### Listado de acciones realizadas – Proceso Soldadura

<b>DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO</b>	<b>ACCIONES</b>
Máquina de soldar	Conserva su lugar
Ventilador grande	Reubicar
Segueta eléctrica	Conserva su lugar
Cizalla Múltiple	Reubicar
Prensa Hidráulica	Reubicar
Biombos	Reubicar
Compresor	Reubicar

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5  
Listado de acciones realizadas – Proceso Torno

DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO	ACCIONES
Torno	Conserva su lugar
Luneta	Organizar
Plato Autocentrante 3 Mordazas	Organizar
Plato Autocentrante 3 Mordazas	Organizar
Calibrador	Organizar
Indicador de caratula	Organizar
Micrómetro	Organizar
Gabinetes	Organizar
Cilindro de compresor	Eliminar
Desechos de torno	Eliminar
Esmeril	Conserva su lugar
Taladro	Reubicar
Mesa de prensa	Reubicar
Nevera	Eliminar
Sillón	Eliminar
Puente enderezador de eje	Reubicar
Mesa para deplaz. en taladro	Reubicar
Chatarra para montaje	Reubicar
Mesa Inclinada de taladro	Conserva su lugar
Burro para carga	Reubicar
Carretillas	Reubicar
Burros pequeños	Reubicar
Llanta	Eliminar
Tubo señalizador de medida	Transferir a almacén
Producto terminado	Reubicar
Mesa oxicorte	Reubicar
Madera para horno	Eliminar
Banco de prueba	Reubicar

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6

### Listado de acciones realizadas – Proceso Fundición

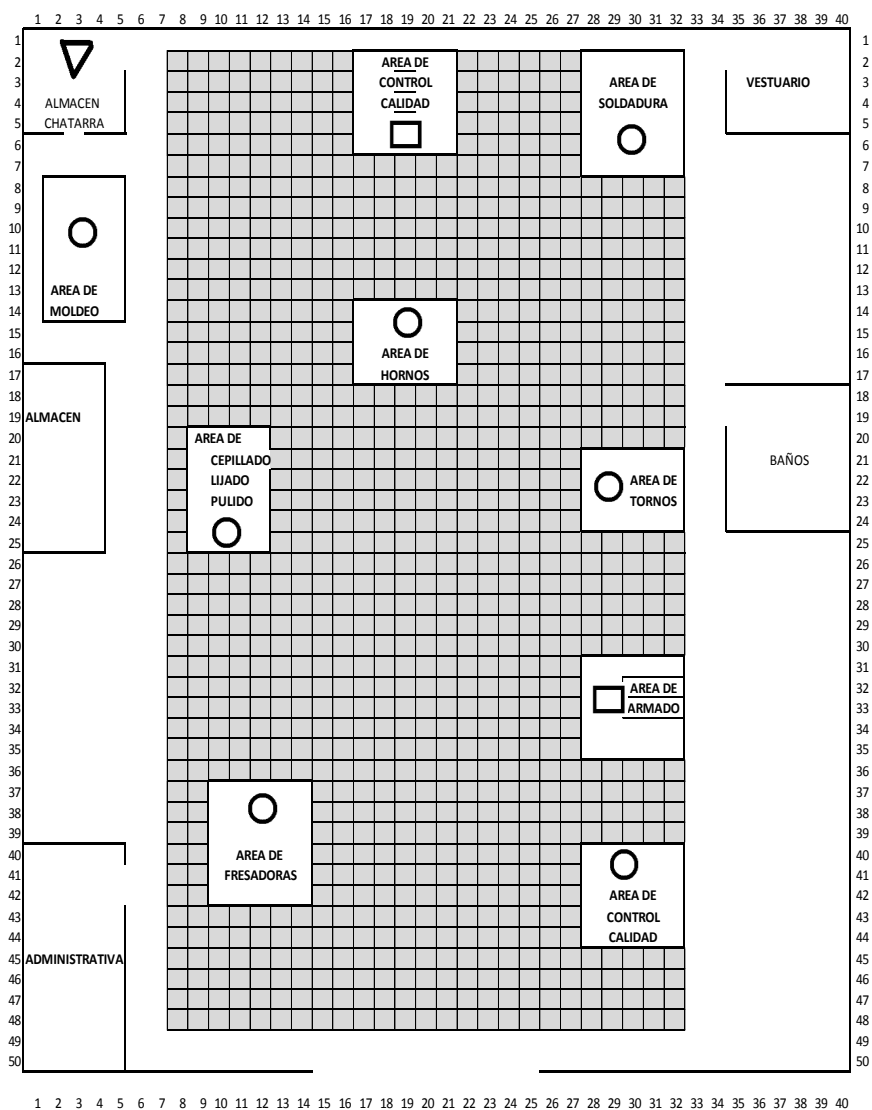
DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO	ACCIONES
Arena usada	Reubicar
Banco para detallar modelo	Conserva su lugar
Pulidora	Reubicar
Prensa	Reubicar
Lima	Reubicar
Segueta	Reubicar
Cepillo	Reubicar
Herramientas Varias	Reubicar
Gabinete de fundición	Conserva su lugar
Horno de Cubilote	Conserva su lugar
Desechos de Madera	Eliminar
Baldes de Nodulización	Reubicar
Burro para baldes	Reubicar
Porta crisoles	Reubicar
Piedras para presionar cajas	Conserva su lugar
Tijeras para sacar crisoles	Reubicar
Portabaldes para colada	Reubicar
Palas	Reubicar
Basculas	Reubicar
Baldes Refractarios	Reubicar
Trituradoras de ladrillos refractarios	Conserva su lugar
Esmeriles para acabado	Conserva su lugar
Taladro	Eliminar
Roladora para hacer cilindros	Conserva su lugar
Sierra de madera	Conserva su lugar

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 7

### Instrumento de distancias

#### Plano de empresa



Nro.	De	A	Distancia en metros
1	Almacén de Chatarra	Área de control de calidad	
2	Área de control de calidad	Área de Hornos	
3	Área de Moldeo	Área de cepillado, lijado y pulido	
4	Área de cepillado, lijado y pulido	Área de fresadora	
5	Área de fresadora	Área de soldadura	
6	Área de soldadura	Área de tornos	
7	Área de tornos	Área de armado	
8	Área de armado	Área de control de calidad	
9	Área de control de calidad	Almacén de productos terminados	
			<b>Total</b>

Fuente: elaboración propia

## Anexo 8

### Formato estudio de tiempos

		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10						
<b>Actividad</b>												TIEMPO MEDIO	VALORACIÓN	TN	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTANDAR	VELOCIDAD DE PRODUCCION TEORICA ACTUAL
<b>Almacen</b>																	
<b>Traslado insp chatarra</b>																	
<b>Inspeccion chatarra</b>																	
<b>Traslado horno</b>																	
<b>Horno</b>																	
<b>Moldeado</b>																	
<b>Traslado a cepillado, lijado y pu</b>																	
<b>cepillado lijado y pulido</b>																	
<b>Traslado a Fresadora</b>																	
<b>Fresadora</b>																	
<b>Traslado a soldadura</b>																	
<b>Soldadura</b>																	
<b>Traslado a torno</b>																	
<b>Torno</b>																	
<b>Traslado a ensable</b>																	
<b>Ensamble</b>																	
<b>Traslado a control de calidad</b>																	
<b>Control de calidad</b>																	
<b>Traslado al almacen</b>																	
<b>Almacen</b>																	
<b>TOTAL</b>																	

Fuente: elaboración propia

## Anexo 9

### Formato recojo de datos de tiempo de ciclo de producción semanal

Duración	Tiempo estándar ciclo
Semana 01	
Semana 02	
Semana 03	
Semana 04	
Semana 05	
Semana 06	
Semana 07	
Semana 08	
Semana 09	
Semana 10	

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 10

### Formato recojo de producción semanal de producción

Duración	Unidades producidas
Semana 01	
Semana 02	
Semana 03	
Semana 04	
Semana 05	
Semana 06	
Semana 07	
Semana 08	
Semana 09	
Semana 10	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 11

OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS EN LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

**LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA, Y SU INFLUENCIA EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA FADIMSA S.A, 2018.**

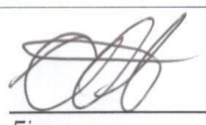
Tesista: Bachiller Enrique Saravia Linares

Indicaciones: señor especialista, luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación la distribución de planta, y su influencia en la mejora de la productividad en la empresa Fadimsa S.a, 2018, con la matriz de consistencia le solicitamos en base a su criterio y experiencia profesional denotar si cuenta con los requisitos de formulación para su posterior aplicación.

N°	Indicadores	Criterios	1	2	3	4	5
1	Claridad	Esta formulado con lenguaje sencillo					/
2	objetividad	Esta expresado en conductas observables					/
3	Actualidad	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología					/
4	Organización	Existe una organización lógica					/
5	Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					/
6	intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades				/	
7	Consistencia	Basados en aspectos teóricos – científicos de la tecnología					/
8	Coherencia	Entre los indicadores e índices					/
9	Metodología	La estrategia corresponde al propósito de diagnostico					/

Para cada criterio considere la escala de 1 a 5:

Muy aceptable	5
Aceptable	4
Regular	3
Poco aceptables	2
No aceptable	1

Apellidos y nombres	Concha del Castillo Belso	 Firma
Grado academico	Magister en Ingeniería Industrial	

Fecha : 25/04/2019



OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS EN LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

**LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA, Y SU INFLUENCIA EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA FADIMSA S.A, 2018.**

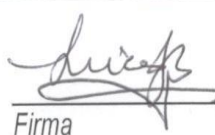
Tesista: Bachiller Enrique Saravia Linares

Indicaciones: señor especialista, luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación la distribución de planta, y su influencia en la mejora de la productividad en la empresa Fadimsa S.a, 2018, con la matriz de consistencia le solicitamos en base a su criterio y experiencia profesional denotar si cuenta con los requisitos de formulación para su posterior aplicación.

N°	Indicadores	Criterios	1	2	3	4	5
1	Claridad	Esta formulado con lenguaje sencillo					✓
2	objetividad	Esta expresado en conductas observables					✓
3	Actualidad	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología					✓
4	Organización	Existe una organización lógica				✓	
5	Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					✓
6	intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades					✓
7	Consistencia	Basados en aspectos teóricos – científicos de la tecnología					✓
8	Coherencia	Entre los indicadores e índices					✓
9	Metodología	La estrategia corresponde al propósito de diagnostico					✓

Para cada criterio considere la escala de 1 a 5:

Muy aceptable	5
Aceptable	4
Regular	3
Poco aceptables	2
No aceptable	1

Apellidos y nombres	Jera Bautista Lucio	 Firma
Grado academico	Ing. Industrial	

Fecha : 23/04/19

OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS EN LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

**LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA, Y SU INFLUENCIA EN  
LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA  
FADIMSA S.A, 2018.**

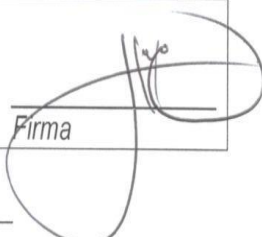
Tesista: Bachiller Enrique Saravia Linares

Indicaciones: señor especialista, luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación la distribución de planta, y su influencia en la mejora de la productividad en la empresa Fadimsa S.a, 2018, con la matriz de consistencia le solicitamos en base a su criterio y experiencia profesional denotar si cuenta con los requisitos de formulación para su posterior aplicación.

N°	Indicadores	Criterios	1	2	3	4	5
1	Claridad	Esta formulado con lenguaje sencillo					✓
2	objetividad	Esta expresado en conductas observables					✓
3	Actualidad	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología					✓
4	Organización	Existe una organización lógica					✓
5	Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				✓	
6	intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades					✓
7	Consistencia	Basados en aspectos teóricos - científicos de la tecnología					✓
8	Coherencia	Entre los indicadores e índices				✓	
9	Metodología	La estrategia corresponde al propósito de diagnostico					✓

Para cada criterio considere la escala de 1 a 5:

Muy aceptable	5
Aceptable	4
Regular	3
Poco aceptables	2
No aceptable	1

Apellidos y nombres	PORTILLO RÍOS HECTOR	 Firma
Grado academico	INGENIERO ADMINISTRATIVO	

Fecha : 03/05/ 2014