

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA
PARA REDUCIR EL COSTO DE MOVIMIENTO
DE MATERIALES EN LA EMPRESA DE
CALZADO “PAOLA DELLA FLORES”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: OPTIMIZACIÓN DE LA
PRODUCCIÓN**

AUTOR: - Br. SÁNCHEZ ABANTO MARÍA RUBÍ
- Br. SOBERON RIVERA MARIO FRANCISCO

ASESOR: Dr. GONZÁLEZ HERRERA ELMER HUGO

TRUJILLO - PERÚ

2017

PRESENTACIÓN

En la actualidad, la mayoría de los negocios e industrias, por necesidad se están reestructurando a sí mismos con el fin de operar de una manera más eficiente en un mundo cada vez más competitivo. Las empresas están resolviendo aspectos como el aprovechamiento de recursos y la mejora en los procesos productivos utilizando técnicas de ingeniería.

La planificación de la distribución de instalaciones, incluye decisiones acerca de la disposición física de los centros de actividad productiva, dentro de una instalación. Un centro de actividad productiva es cualquier entidad que ocupa un espacio: una persona, un grupo de personas, la ventanilla de un cajero, una máquina, una estación o departamento de trabajo, una escalera o un pasillo, etc.

En el Perú, específicamente en el distrito de El Porvenir, departamento de La Libertad, es común encontrar pequeñas y medianas empresas tipo taller en su gran mayoría referidos a la producción de calzado, con problemas originados por una inadecuada utilización de sus recursos, es decir; tiempos de producción excesivos, congestión e ineficiente utilización de los espacios, acumulación excesiva de material en procesos, excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo, etc.

Esto se debe a que las actividades no se realizan con una adecuada asignación de espacios en la distribución de las estaciones de trabajo y a la vez desconocen los beneficios que aporta este tipo de formalidad al proceso de producción.

El estudio se realiza en la empresa de calzado “Paola della Flores” donde el problema identificado repercute en las distancias de recorrido, generando un costo por movimiento entre áreas, para lo cual se decide analizar aspectos de relaciones absolutamente importantes en el proceso de calzado, con la finalidad de identificar una mejora en la distribución actual, que permita reducir los costos que estos representan.

Teniendo en cuenta que siempre existe un método mejor para hacer el trabajo, la finalidad es reestructurar el flujo de recorrido de materiales actual usando herramientas de la ingeniería de métodos para hacerlo más eficiente.

DEDICATORIA

Sanchez Abanto Maria Rubi

A mis padres

Ina Rubi Abanto Diaz y

Luis Alberto Sánchez Guerrero

Fuente de fortaleza, y amor incondicional

A mis sobrinos, por regalarme la paz en cada una de sus sonrisas.

Soberon Rivera Mario Francisco

A mi madre

Señora Yolanda Rivera

Y

Para mis hermanos y sobrinos

Su amor, dedicación y apoyo han sido ejemplares.

AGRADECIMIENTO

Sanchez Abanto Maria Rubi

A Dios,

Por regalarme la dicha y la adversidad, que fortalecieron mi alma,

A quien me heredó el coraje para ser perseverante y que aun en la gloria del altísimo

Me guarda cada día, mi amada y recordada madre.

A mi padre, criatura con alma de guerrero y corazón noble; quien me enseñase que la

Vida es una lucha constante y que “el hombre es el arquitecto de su propio destino”

Soberon Rivera Mario Francisco

A Dios por sus bendiciones hacía con mi familia.

A mi hermana Mily Rivera

Por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional,

Por su motivación y Por sentar las bases de mis deseos de superación

Su gran corazón me lleva a admirarla cada día más.

A nuestro Asesor por sus conocimientos

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tiene como finalidad proponer un rediseño de la distribución de instalaciones, que permita reducir el costo del movimiento de materiales en el proceso productivo de la empresa fábrica de calzado “Paola della Flores”.

La realización de este proyecto, empieza a partir del estudio y análisis de todo el proceso de fabricación, partiendo de la observación de cada una de sus estaciones de trabajo, identificando oportunidades que permitan la realización de nuestro propósito: reducir los costos generados por las distancias recorridas por materiales.

A partir de la información recolectada, se evaluó el sistema de trabajo en el departamento de producción, haciendo uso de los procedimientos y teorías de la *Distribución de planta* – *SLP*.

El presente estudio, tiene como propósito conocer las distancias y el costo actual de recorrido para efectuar las operaciones y el número actual de cargas interdepartamentales; de esta manera proponer un rediseño de planta que reduzca la congestión del material en proceso.

Se detalla una serie de técnicas e instrumentos de recolección de datos empleadas, además de los formatos de matriz “desde-hasta”, diagramas de flujos de procesos, diagrama de operaciones del proceso, diagrama de relaciones y formatos del diagrama de recorrido y distancias.

La eficacia de la propuesta, se demostrará a partir de la comparación de los resultados del total del costo de recorrido actual, y el valor final del costo por recorrido en la propuesta basada en la ingeniería de métodos.

PALABRAS CLAVES: Distribución De Planta, Movimiento De Materiales, Distancias De Recorrido, Proceso Productivo Eficaz, Distribución Eficiente

ABSTRACT

The present research work has the purpose of proposing a design of the distribution of facilities, which allows to reduce the cost of the travel of materials in the production process of the footwear factory "Paola della Flores".

The realization of this project begins with the study and analysis of the entire manufacturing process, based on the observation of each of its workstations, identifying opportunities that allow us to achieve our goal: to reduce costs generated by distances Covered by materials.

From the information collected, the work system was evaluated in the production department, making use of the procedures and theories of the workshop - type distribution.

The present study aims to know the distances and the current cost of travel to carry out the operations and the current number of interdepartmental loads; In this way to propose a plant design that reduces the congestion of the material in process.

It details a series of data collection techniques and instruments used, in addition to the "from-to" matrix formats, process flow diagrams, process operations diagram, relationship diagram and path diagram formats and distances.

The effectiveness of the proposal will be demonstrated by comparing the results of the total cost of the current route and the final value of the cost per route in the proposal based on the method engineering.

KEY WORDS: Plant Layout, Material Movement, Travel Distances, Effective Production Process, Efficient Distribution

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE GRAFICAS	x
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Planteamiento de Problema	11
1.2 Delimitación del problema	14
1.3 Formulación del Problema	14
1.4 Formulación de la Hipótesis.....	14
1.5 Objetivos del estudio	15
1.6 Justificación del Estudio	15
2. MARCO REFERENCIAL.....	16
2.1 Antecedentes	16
2.2 Fundamentos de la investigación.....	18
2.2.1 Distribución de Planta.....	18
2.2.2 Planificación Sistemática de la Distribución de Muther	18
2.2.3 Resumen del SLP.....	19
2.2.4 Distribución orientada al proceso	20
2.2.5 Diagramas de recorrido	21
2.2.6 Planificación de la distribución	22
2.2.7 Movimiento de materiales.....	22
2.2.8 Método de Guerchet:.....	23
2.2.9 Análisis de Pareto	25
2.3 Definiciones	26
2.3.1 Distribución de Instalaciones:	26
2.3.2 Movimiento de Materiales:	26
2.3.3 Distancias de Recorrido:	26
2.3.4 Proceso Productivo Eficaz:	26
2.3.5 Distribución Eficiente:	26

3.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	27
3.1	Material.....	27
3.1.1	Población.....	27
3.1.2	Muestra	27
3.1.3	Unidad de análisis.....	27
3.2	Método.....	27
3.2.1	Tipo de Investigación.....	28
3.2.2	Diseño de Investigación	28
3.2.3	Variables de estudio y Operacionalización	28
3.2.4	Instrumentos de recolección de Datos	29
3.2.5	Procedimientos y análisis de datos	29
3.2.6	Técnicas de análisis de datos.....	30
4.	RESULTADOS.....	31
4.1	Determinar la capacidad actual del proceso productivo de calzado.	31
4.2	Desarrollar el método SLP y determinar los espacios necesarios en base al método de Guerchet	35
4.3	Determinar la capacidad del proceso productivo de calzado aplicando el método SLP 51	
4.4	Determinar el porcentaje de reducción del costo por movimiento de materiales con el rediseño de planta	54
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	59
6.	CONCLUSIONES	60
7.	RECOMENDACIONES	61
8.	LISTA DE REFERENCIAS	62
9.	ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Ejemplo Método de Guerchet	25
Tabla 02: Diagrama de flujo de Proceso	32
Tabla 03: Tiempo Merma.....	33
Tabla 04: Tasa Ociosa.....	33
Tabla 05: Capacidad Instalada.....	34
Tabla 06: Demanda Anual.....	35
Tabla 07: Producción mensual en doc	36
Tabla 08: Diagrama de Proceso de Operaciones	39
Tabla 09: Código de Relación	40
Tabla 10: Código de Razón	40
Tabla 11: Ponderación de la Grafica relacional.....	41
Tabla 12: Clasificación - Ponderación de la Grafica relacional	42
Tabla 13: resumen de m ² por proceso	47
Tabla 14: Diagrama de flujo de proceso propuesto	52
Tabla 15: Capacidad Instalada Mejorada	53
Tabla 16: Flujo de cargas entre procesos	54
Tabla 17: Distancias entre procesos.....	54
Tabla 18: Costo por movimiento de materiales	55
Tabla 19: Distancias entre proceso mejorado.....	55
Tabla 20: Costo por movimiento de materiales mejorado.....	56
Tabla 21: Comparación de costos entre distribuciones	56
Tabla 22: Costos entre distribuciones por semana	57
Tabla 23: Porcentaje de movimiento de materiales por tipo de empresa	64
Tabla 24: Promedio de cargas entre departamentos.....	64
Tabla 25: Guía de Entrevista	65
Tabla 26: Guía de Observación	66
Tabla 27: Sueldos por proceso.....	67
Tabla 28: Producción Anual	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 01: Análisis de Pareto	25
Ilustración 02: Tipo de Distribución	36
Ilustración 03: Clasificación ABC	37
Ilustración 04: Grafica de Relación	41
Ilustración 05: Diagrama de Relaciones.....	48
Ilustración 06: Diagrama relacional de espacios	49
Ilustración 07: Diseño de Distribución de Instalaciones	50
Ilustración 08: Comparación de costos de la Distribución Propuesta y la Distribución Actual, tomando como referencia 13 semanas	57
Ilustración 09: Porcentaje de utilización del sistema	65

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento de Problema

A nivel mundial las actividades industriales de manufactura, se rigen cada vez más por condicionantes de un mercado exigente y selectivo, es por eso que la eficiencia en el desempeño de todas las facetas del proceso productivo se hacen principios necesarios para la subsistencia de la empresa. Esto no solo dependerá de la optimización de los costos de producción, sino también de la flexibilización de los procesos, por ello; la distribución de las diferentes actividades del proceso productivo en la planta cobra más importancia.

El éxito de una buena distribución de planta en cuanto a la reducción del costo de movimiento de materiales, depende de lograr combinar la mano de obra, los materiales y el movimiento de éstos dentro de las instalaciones de una manera eficiente, es decir ordenando de manera lógica las áreas de trabajo y el equipo necesario para el desarrollo de las actividades, de tal manera que los empleados y equipos trabajen con mayor eficiencia.

La industria manufacturera es una actividad del sector secundario que reúne la actividad artesanal e industrial, mediante las cuales los bienes provenientes del sector primario (agricultura, la minería, la ganadería, la silvicultura, la apicultura, la acuicultura, la caza, la pesca y piscicultura) son transformados en nuevos productos.

Existen diversidades de industrias manufactureras, en las cuales se realiza la transformación de materias primas para la obtención de un producto final con valor para un consumidor. A nivel nacional, el Perú es considerado un país de bajo nivel en lo que a valor agregado de productos se refiere; es decir, su actividad comercial enfocada a la extracción y exportación de materia prima, pero cabe destacar que dentro de sus actividades productivas podemos mencionar las empresas textiles, de alimentos, de calzado; estas últimas destacadas a nivel nacional por su notable evolución y desarrollo en el mercado nacional. Si bien, el Perú no es una potencia mundial en la exportación de calzado, pero busca a paso firme hacerse un nombre internacional en este rubro, es así que desde el año 2007 la exportación de calzado peruano viene creciendo a una tasa anual del 11% (Garrido, 2013), además la producción anual en el 2013 llegó a los 28 968 686

pares de zapatos (INEI, 2015), superando los mil millones de soles.

Así mismo en la región La Libertad, Trujillo concentra el 50% de la fabricación de calzado del Perú (Bazalar, 2011), fábricas y talleres ubicados en los distritos de Florencia de Mora, La Esperanza y El Porvenir; en este último distrito, el 70% de la población se dedica a la fabricación de calzado y procesamiento de cuero, el Porvenir cuenta con 684 pymes dedicadas a la producción de calzado formalmente, y otros 200 talleres zapateros que trabajan de manera informal (Castro, 2002), Además, se pudo determinar que en el año 2014, las empresas de calzado del distrito de El Porvenir están trabajando al 50% de su capacidad productiva (Roca, 2016).

Para efectos del estudio, se toma a la empresa de calzado “Paola della Flores”, ubicada en el distrito El Porvenir de Trujillo - Perú, con una producción de 480 pares de zapatos de todos los modelos, en una semana; valor que se tomara como referencia para el periodo de estudio (Abril - Agosto del 2017)

En esta empresa, la ejecución de actividades está formada por 5 procesos; de corte, de desbaste, de perfilado, de armado y de acabado, por los cuales se realiza la producción.

La obtención de un producto involucra un presupuesto de manufactura que incluye ciertos costos: costos de materia prima, costos de mano de obra, costos de energía y costo de movimiento de materiales, este último incluye consideraciones de recorrido, lugar, tiempo, espacio y cantidad. Así mismo debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Las empresas de calzado del distrito el porvenir dedicadas al mismo giro de negocio (producción tipo taller), y de capacidad de producción equivalente, consideradas nuestra competencia directa, incurren en costos similares en cuanto a la mano de obra, materia prima, costos de energía, por lo cual; el costo en el movimiento de materiales será el que permitirá diferenciarnos en este sector (Roca, 2016)

El movimiento de materiales puede llegar a ser el problema de la producción ya que agrega poco valor al producto, consume una parte del presupuesto de manufactura. El costo de movimiento de materiales puede llegar a representar entre el 15% y 20% del salario total de los trabajadores (Ver Tabla 23) en promedio, del taller de producción

(Mexico, 2014).

Para efectos de estudio, el presente trabajo, se considera como datos de referencia en taller de trabajo tipo textil simple, del cuadro adjunto. En el cuál; en dependencia del promedio del número de cargas que se transportan entre áreas, se asigna el porcentaje representativo del total del salario promedio de los operarios.

En nuestro caso, el promedio de cargas transportadas en una semana (unidad de tiempo) es de 52.6 veces (Ver Tabla 24); lo que se clasifica como la representación del 13.5% del salario promedio de los trabajadores es S/. 652.00 (Ver Tabla 27)

Es decir:

$$\text{Costo por movimiento de materiales} = (\text{Salario promedio por operario} * 13.5\%) * (\text{N}^\circ \text{ Operarios})$$

$$(S/. 652 * 13.5\%) * 10 = S/. 880.20 \dots \dots \dots (1)$$

Dando como resultado, que actualmente el costo por movimiento de materiales asumidos, cada semana laborada es de S/. 880.20

Actualmente las distancias recorridas semanales, tienen un valor de 2517.8 metros.... (2), de movimiento de materiales para realizar el proceso productivo.

De (1) y (2) se deduce el costo unitario por movimiento de material:

$$\frac{S/.880.20}{2517.83 \text{ mtrs}} = 0.349 \text{ soles /mtrs}$$

Entonces podemos decir que a la empresa le cuesta S/. 0.3490 por cada metro recorrido individualmente.

Es por ello que una redistribución de planta que permitirá reducir las distancias de movimiento de materiales beneficiara a la empresa en la reducción de costos, trasladando este resultado al precio del producto generando ventaja una competitiva.

En la industria del sector calzado, el costo por movimiento de materiales en promedio es 0.249 soles por metro recorrido individual (eltiempo.com, 2013), esto es el promedio de

los talleres de calzado con mejor ratio en cuanto a este costo.

Actualmente el recorrido de materiales para la obtención del calzado tipo casual, vestir, balerina y mocasín; que representan el 85% del total de productos fabricados (Ver Tabla 06), es de 215.36 m.

Con la actual distribución de planta la tasa de producción efectiva es del 26.7%, generando una capacidad ociosa del 73%. (Ver Ilustración 09)

1.2 Delimitación del problema

Nuestra investigación solo involucra las áreas de producción de la empresa, sin considerar oficinas administrativas y SS.HH; también este diseño no podrá ser utilizado para otros talleres de calzado.

Alcance académico: Uso de las teorías de Richard Muther (Muther, Distribucion en Planta, 1983)

1.3 Formulación del Problema

¿El rediseño de distribución en planta aplicando el Systematic Layout Planning (SLP) permitirá reducir el costos de movimiento de materiales en la empresa de calzado “Paola della Flores”?

1.4 Formulación de la Hipótesis

La aplicación del planeamiento sistemático de distribución de instalaciones (SLP: Systematic Layout Planning) coadyuva a reducir costos de movimiento de materiales en las operaciones de fabricación.

1.5 Objetivos del estudio

Objetivo General:

Rediseñar el ordenamiento físico de las instalaciones de la empresa de calzado Paola della Flores con el fin de reducir costos de movimiento de materiales.

Objetivos Específicos:

- a) Determinar la capacidad actual del proceso productivo de calzado
- b) Desarrollar el método SLP y determinar los espacios necesarios en base al método de Guerchet
- c) Determinar la capacidad del proceso productivo de calzado aplicando el método SLP
- d) Determinar el porcentaje de reducción del costo por movimiento de materiales con el rediseño de planta

1.6 Justificación del Estudio

- a) Empresa: minimización de costos, aumento de la capacidad de planta
- b) Investigadores: poner en práctica las teorías de Richard Muther (máxima autoridad de la distribución en planta) (Muther, Distribucion en Planta, 1983)
- c) Sociedad: establecer una metodología para rediseñar instalaciones eficientes en las MYPE (Mediana y pequeña empresa) de calzado.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

Para el inicio del presente proyecto se tomaron en cuenta trabajos de investigación precedentes a este y textos bibliográficos de referencia, los cuales están dirigidos a la rama de Diseño y Distribución de Instalaciones. Algunos de estos son presentados a continuación:

(Escudero, 2011). Distribución de Planta en la empresa *INCALSID* para la optimización de la producción de calzado, publicada por la facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, en la que sustenta, que aplicando una nueva distribución de planta en el proceso de fabricación de calzado ocasiona una disminución de las distancias de recorrido, incrementando la producción en la empresa en un 10%. Recalcamos que no se logra cumplir el objetivo de optimizar el proceso de calzado en la empresa, porque se desperdician muchos recursos en la misma. Para ello identifiqué las distancias entre áreas, los tiempos de traslado, la cantidad de cargas de materiales y el costo de manejar estos, luego realicé un análisis del actual diseño y con el método de distribución tipo taller se propuso la nueva distribución de planta. Este estudio aporta a nuestra investigación la información respecto al cálculo del costo de mover el material con la técnica de la matriz “desde-hasta” y la técnica “prueba-error” para proponer la nueva distribución de planta.

(Martinez, 2006). Análisis de la distribución de las Plantas de una empresa dedicada a la elaboración de chocolates y galletas, publicada por la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, de la Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, El investigador demostró que en la empresa con varias líneas de productos existían áreas que no admitían cambios, pero a pesar de ello cabía la posibilidad de una reorganización debido a los espacios innecesarios disponibles entre máquinas, para ello utilizando el método de Guerchet identifiqué los espacios necesarios para realizar las operaciones. La distribución de planta fue realizada por medio de un levantamiento de información en base a la observación, toma de distancias entre áreas, relación de áreas, equipos y maquinaria utilizada, manejo de materiales, y otros. Este proyecto aporta a nuestra investigación la utilización del método de Guerchet para cuantificar el espacio necesario

de las áreas de trabajo, y como complementarla con la planeación sistemática de la distribución de Muther a través de su diagrama de relaciones.

(Cabanilas, 2004). Diseño de Distribución en Planta de una empresa textil. Para obtener el grado de Ingeniero Industrial en la Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Este proyecto es atractivo para nuestro estudio debido a que utiliza el cuadro de Porcentaje Típico de Recorrido, tomado de la *ASOCIACIÓN DE EMPRESAS PROVEEDORAS INDUSTRIALES DE MÉXICO (APIMEX) 2014*, donde plantea la hipótesis de “Entre el 20 al 50% de los costos totales de operación en que se incurre dentro del área de fabricación, se pueden atribuir a la disposición de la planta, y que una distribución eficiente reduce probablemente esos costos por los menos del 10 al 30%”. Dicho esto, cabe concluir, que el resultado de este estudio; determinó que gracias al acomodo eficiente de las instalaciones, se redujeron en 15% los costos de operaciones en el sistema productivo, elevando la utilidad en un 12% en respecto al semestre anterior.

(Manchego, 2015) Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios, publicada por la facultad de Ciencias e Ingeniería, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. El investigador utiliza la metodología del Planeamiento Sistemático de la Distribución (SLP) con lo que se logra la reducción de las distancias recorridas para incrementar la capacidad productiva; así mismo se logra incrementar la capacidad productiva en un 79 %, reducir el stock promedio en 14 % obteniendo un ahorro de S/.172,465.00 al año por eliminación de recorridos innecesarios y reducción de los costos de almacenamiento; esto lo consideramos como aporte para nuestro estudio, “el cómo hallar la capacidad productiva de la planta “, también su estudio aplica un diagnostico actual (As-Is) para luego comparar con la nueva distribución de planta (To-Be). (Giachetti, 2010)

(Aguilar, 2015), Propuesta de redistribución de planta en Producción, publicada por la facultad de Ingeniería de Procesos y Operaciones Industriales, Universidad Tecnológica de Querétaro, Querétaro, México. La investigadora desarrolla el proceso de realización de una nueva distribución de planta específicamente en un nuevo domicilio, también resalta la aplicación del VSM (Mapeo de la Cadena de Valor) para hacer más fácil la comprensión del flujo del proceso, desde nuestro punto de vista la investigación aporta

con la técnica para hallar los costos para el proceso de producción, siendo su objetivo disminuir costos para la empresa.

2.2 Fundamentos de la investigación

2.2.1 Distribución de Planta

La distribución de instalaciones es una de las decisiones clave que determinan la eficiencia de las operaciones a largo plazo (Heizer, 2009).

Las decisiones relativas a la distribución implican determinar la ubicación de departamentos, grupos de trabajo de los departamentos, estaciones de trabajo y puntos donde se guardan las existencias en una instalación productiva. El objetivo es ordenar estos elementos de manera que se garantice el flujo continuo del trabajo (en una fábrica) o un patrón de tránsito dado - en una organización de servicios (Chase Aquilano & Jacobs, 2014).

¿Existe un tipo de distribución que tienda a ser el mejor? La respuesta es no. Una determinada distribución puede ser la mejor en una serie de condiciones y, sin embargo, puede ser pobre en otra.

Una distribución efectiva facilita el flujo de materiales, personas e información en y entre las áreas. Para lograr estos objetivos, se han desarrollado varios métodos (Heizer, 2009).

2.2.2 Planificación Sistemática de la Distribución de Muther

El método sistemático para configurar plantas desarrollado por Muther (Muther, Distribucion en Planta, 1983) se llama planificación sistemática de distribuciones (SLP). El objetivo del SLP es ubicar dos áreas con grandes relaciones lógicas y de frecuencia cercanas entre sí mediante el uso de un procedimiento directo de seis pasos (Niegel, 2009)

1. Diagrame las relaciones. En esta primera etapa se establecen las relaciones entre las diferentes áreas; después, se elabora un diagrama sobre un formato especial llamado diagrama de relaciones
2. Establezca las necesidades de espacio. En la segunda etapa se establecen las necesidades de espacio en términos de los pies cuadrados que existen

3. Elabore diagramas de relaciones entre actividades. En la tercera etapa se dibuja una representación visual de las diferentes actividades. El analista comienza con las relaciones absolutamente importantes (A)
4. Elabore relaciones de espacio en la distribución. Después, se crea una representación espacial escalando las áreas en términos de su tamaño relativo. Una vez que los analistas están satisfechos con la distribución, las áreas se compactan en un plano.
5. Evalúe una distribución alterna. Debido a que existen tantas opciones de distribución, no es nada raro encontrar que varias aparentan ser igualmente probables. En ese caso, el analista debe evaluar las diferentes opciones para poder determinar la mejor solución.
6. Seleccione la distribución e instálela. El paso final consiste en implantar el nuevo método.

2.2.3 Resumen del SLP

El Systematic Layout Planning (SLP) es una técnica organizada y universalmente aplicable a cualquier proyecto de planteamiento (Muther, FACILITIES LAYOUT AND DESIGN, 2004)

Esto es una técnica básica y realística igualmente aplicable a las oficinas, servicios de laboratorio, almacenes u operaciones de producción. También es igualmente aplicable a reajustes pequeños y grandes, nuevos edificios o un nuevo emplazamiento de la planta.

El SLP consiste en:

Un Esquema de Fases.

Un Patrón de Procedimientos.

Un Conjunto de Convenciones.

LAS CUATRO FASES DEL PLANTEAMIENTO

Cuando cada proyecto de Layout sigue su curso — desde los objetivos iniciales fijados hasta su instalación física real — para a través de las cuatro fases del planteamiento.

La Fase I es el emplazamiento. Aquí debemos decidir dónde estará el área; esto no es necesariamente un problema de una nueva ubicación; más frecuentemente es determinar si el nuevo Layout estará en el mismo sitio que está ahora, en el área actual de almacén

que puede quedar libre para este propósito, en un nuevo edificio adquirido, o un tipo potencialmente similar de área disponible.

La Fase II es la planificación del planteamiento general. Este establece los patrones de flujo básicos del área que está siendo trazada. También indica el tamaño, las relaciones y la configuración de cada actividad principal, departamento o área.

La Fase III es la preparación del planteamiento detallado e incluye la planificación donde cada pieza de maquinaria y equipo debe emplazarse.

La Fase IV es la instalación. Esto incluye la planificación de la instalación y la ejecución física de los movimientos necesarios.

Estas fases son secuenciales y para obtener mayores resultados, deben solaparse la una con la otra.

Las Fases I y IV frecuentemente no son parte del proyecto específico del planteamiento, aunque el proyecto debe pasar en cada caso a través de la primera y la última fase. Por tanto, concentraremos nuestra atención estrictamente en las fases del planteamiento: II – planteamiento general y III - planteamiento detallado.

2.2.4 Distribución orientada al proceso

Trata la producción de bajo volumen y alta variedad (también llamada “taller de trabajo” o producción intermitente).

Una distribución orientada al proceso puede manejar en forma simultánea una amplia variedad de productos o servicios. Es la forma tradicional de apoyar una estrategia de diferenciación del producto.

Resulta más eficiente cuando se elaboran productos con distintos requerimientos o cuando se manejan clientes, pacientes o consumidores con distintas necesidades. Por lo general, una distribución orientada al proceso es la estrategia de bajo volumen y alta variedad. En este entorno de taller de trabajo, cada producto o cada pequeño grupo de productos pasa una secuencia de operaciones distinta. Un producto o pedido pequeño se fabrica llevándolo de un departamento a otro en la secuencia requerida para ese producto. Una gran ventaja de la distribución orientada al proceso es su flexibilidad para la

asignación de equipo y mano de obra. Por ejemplo, la descompostura de una máquina no necesariamente detiene todo un proceso; el trabajo puede transferirse a otras máquinas del mismo departamento. La distribución orientada al proceso es en especial conveniente para manejar la manufactura de partes en lotes pequeños, o lotes de trabajo, así como para la producción de una amplia variedad de partes en diferentes tamaños o formas.

En otras palabras, los departamentos con grandes flujos de partes o personas entre ellos deben colocarse cercanos uno de otro.

Bajo este enfoque, el costo por manejo de materiales depende de (1) el número de cargas (o personas) que deben desplazarse entre dos departamentos durante cierto periodo, y (2) los costos relacionados con la distancia que se trasladan las cargas (o personas) entre departamentos. Se supone que el costo es una función de la distancia que hay entre los departamentos. El objetivo se puede expresar como sigue:

$$\text{Minimizar costo} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} \cdot C_{ij}$$

Donde:

n = número total de centros de trabajo o departamentos

i, j = departamentos individuales

X_{ij} = número de cargas transportadas del departamento i al departamento j

C_{ij} = Costo de llevar una carga del departamento i al departamento j

2.2.5 Diagramas de recorrido

Los diagramas de recorridos, o desde-hacia, pueden ser de gran utilidad para diagnosticar problemas relacionados con el arreglo de departamentos y áreas de servicio, así como con la ubicación de equipo dentro de un determinado sector de la planta. El diagrama de recorridos consiste en una matriz que despliega la magnitud del manejo de materiales que se lleva a cabo entre dos instalaciones en un periodo determinado. La unidad que identifica la cantidad de manejo de materiales puede ser la que le parezca más apropiada al analista. Pueden ser libras, toneladas, frecuencia de manejo de materiales, etc.

2.2.6 Planificación de la distribución

Los planes de distribución traducen las decisiones generales sobre las prioridades competitivas, estrategia de procesos, calidad y capacidad de los procesos en disposiciones físicas de personal, equipo y espacio. Para tomar decisiones relativas a la disposición física, tiene que responder cuatro preguntas:

1. ¿Qué centros deberán incluirse en la distribución? Los centros deben reflejar las decisiones del proceso y maximizar la productividad. Por ejemplo, un área de información cerca de la entrada de un banco u hotel puede guiar mejor a los clientes hacia los servicios deseados.
2. ¿Cuánto espacio y capacidad necesita cada centro? Cuando el espacio es insuficiente puede reducir la productividad, quitar privacidad a los empleados e incluso crear riesgos para la salud y la seguridad. Sin embargo, el espacio excesivo es dispendioso, puede reducir la productividad y aísla a los empleados innecesariamente.
3. ¿Cómo se debe configurar el espacio de cada centro? La cantidad de espacio, su forma y los elementos que integran un centro de trabajo están relacionados entre sí. Por ejemplo, la colocación de un escritorio y una silla en relación con los demás muebles está determinada tanto por el tamaño y la forma de la oficina, como por las actividades que en ella se desarrollan. La meta de proveer un ambiente agradable se debe considerar también como parte de las decisiones relativas a la configuración de la distribución, sobre todo en establecimientos de comercio minorista y oficinas.
4. ¿Dónde debe localizarse cada centro? La localización puede afectar notablemente la productividad. Por ejemplo, los empleados que tienen que interactuar con frecuencia en forma personal deben trabajar en una ubicación central y no en lugares separados y distantes, a fin de reducir el tiempo que perderían en desplazarse de un lado a otro.

2.2.7 Movimiento de materiales

Las localizaciones relativas de los centros deben restringir los grandes flujos a distancias cortas. Los centros entre los cuales se requieren desplazamientos o interacciones

frecuentes deben colocarse cerca unos de otros. En una planta tipo taller, este enfoque minimiza los costos de manejo de materiales. En un almacén, los costos de manipulación de inventario se reducen cuando los artículos que típicamente se necesitan para el mismo pedido se almacenan unos al lado de otros. En una tienda minorista, la comodidad del cliente es mayor cuando los artículos se agrupan de modo predecible para minimizar el tiempo y la distancia que el cliente recorre para localizarlos. En una oficina, la comunicación y cooperación suelen mejorar cuando las personas o los departamentos que necesitan interactuar con frecuencia están ubicados unos cerca de otros, porque las llamadas telefónicas y los memorandos pueden ser malos sustitutos de la comunicación frente a frente.

2.2.8 Método de Guerchet:

Por este método se calcularán los espacios físicos que se requerirán en la planta. Es necesario identificar el número total de maquinaria y equipo (elementos “estáticos”), y también el número total de operarios y equipo de acarreo (“elementos móviles”).

- Cálculos Método de Guerchet:

$$S_t = N (S_s + S_g + S_e)$$

Donde:

S_t = superficie total

S_s = superficie estática

S_g = superficie de gravitación

S_e = superficie de evolución

N = número de elementos móviles o estáticos de un tipo

Superficie Estática:

Corresponde al área de terreno que ocupan los muebles, máquinas y equipos. Debe incluir las bandejas de depósito, las palancas, los tableros, los pedales y demás objetos necesarios para su funcionamiento.

$$S_s = \text{largo} \times \text{ancho}$$

Superficie de Gravitación:

Es la superficie utilizada por el obrero y por el material acopiado para las operaciones de los puestos de trabajo. Se obtiene, para cada elemento, multiplicando la superficie estática (S_s) por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$S_g = S_s \times n$$

Donde:

n = número de lados

S_s = superficie estática

Superficie de Evolución:

Es la que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado. Para su cálculo se utiliza el factor “ k ” denominado coeficiente de evolución, que representa una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos.

$$S_e = (S_s + S_g) k$$

Calculo de K:

$$k = \frac{h_1}{2 \times h_2}$$

donde:

h_1 : altura promedio ponderada de los elementos móviles

h_2 : altura promedio ponderada de los elementos estáticos

Tabla 01: Ejemplo Método de Guerchet

Area de corte						
	N	n	l(m)	a(m)	h(m)	
mesa corte	1	1	1.16	0.62	1.16	
mesa soporte	1	1	0.92	0.31	0.92	
			Ss	Sg	Se	St
mesa corte			0.72	0.72	0.89	2.33
mesa soporte			0.29	0.29	0.35	0.92
Total (m2)	3.25					

2.2.9 Análisis de Pareto

El principio de Pareto establece que hay “pocos artículos cruciales y muchos triviales”. La idea es establecer políticas que centren sus recursos en las pocas partes cruciales de producción y no en las muchas partes triviales. No es realista monitorear los artículos baratos con la misma intensidad que a los artículos costosos.

A fin de determinar el volumen anual en dinero para el análisis ABC, se mide la demanda anual de cada artículo del inventario y se le multiplica por el costo por unidad. Los artículos de clase A son aquellos que tienen un alto volumen anual en dinero. Aunque estos artículos pueden constituir sólo un 15% de todos los artículos del inventario, representarían entre el 70% y el 80% del uso total en dinero.

Los artículos del inventario de clase B tienen un volumen anual en dinero intermedio. Estos artículos representan alrededor del 30% de todo el inventario y entre un 15% y un 25% del valor total. Por último, los artículos de bajo volumen anual en dinero pertenecen a la clase C y pueden representar sólo un 5% de tal volumen pero casi el 55% de los artículos en inventario.

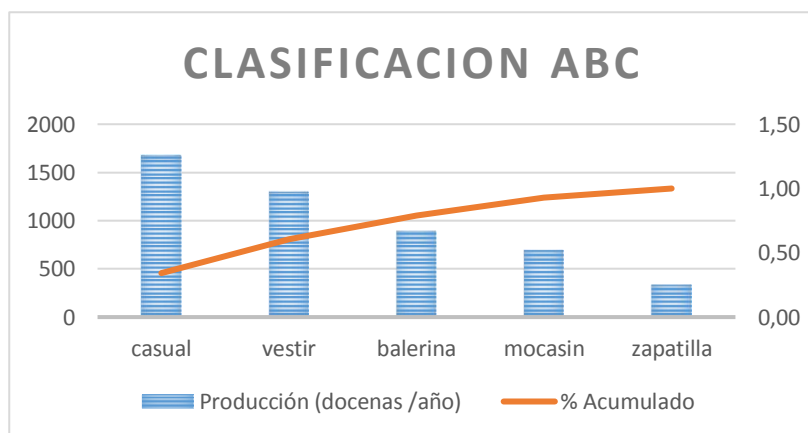


Ilustración 01: Análisis de Pareto

2.3 Definiciones

2.3.1 Distribución de Instalaciones:

Es la organización de elementos como máquinas, departamentos, estaciones de trabajo, áreas de almacenamiento, pasillos y espacios comunes dentro de la instalación productiva propuesta o ya existente, con la finalidad de asegurar la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo del calzado.

2.3.2 Movimiento de Materiales:

Manipulación, transporte, ubicación y almacenaje de recursos materiales durante el proceso de fabricación del calzado de modelo gamuza para caballero.

2.3.3 Distancias de Recorrido:

Espacios entre secciones de trabajo, por las cuales debe transcurrir el material en proceso de una tarea predecesora a una tarea siguiente, con inversión de tiempo productivo.

2.3.4 Proceso Productivo Eficaz:

Es el grado en que el proceso de fabricación del producto satisface las necesidades reales o expectativas de los clientes o destinatarios internos.

2.3.5 Distribución Eficiente:

Cuando el ordenamiento del sistema productivo, logra la utilización de un mínimo de recursos de distancia y tiempo para obtener la unidad de calzado final.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Material

Los materiales utilizados fueron:

- a. Bibliografía del tema de investigación (Muther, FACILITIES LAYOUT AND DESIGN, 2004)
- b. Revistas del tema de investigación (Castro, 2002)
- c. Instrumentos de medición: cronometro y cinta métrica
- d. Herramientas de Ofimática

3.1.1 Población

El objeto materia de estudio es el taller de producción de calzado de la empresa Paola della Flores, y el conjunto de actividades que conforman nuestro foco de atención; áreas productivas.

3.1.2 Muestra

Se considera la muestra, igual a la población, ya que cada entidad individual que conforma la población, es necesaria para el desarrollo de nuestro estudio. No se puede delimitar en alguna parte representativa porque cada área de trabajo necesita un área precedente y otra de secuencia, todas estas conforman el sistema productivo.

La técnica de muestreo en este proyecto, es *no probabilística; por conveniencia*, ya que no se contempla la probabilidad de selección de una muestra aleatoria, además la recolección de datos está dada por elección del investigador y la accesibilidad de recaudación (Malhotra, 2008)

3.1.3 Unidad de análisis

Taller de calzado Paola della Flores

3.2 Método

Los métodos utilizados para rediseño de distribución de instalaciones son: Planificación de la capacidad y Systematic Layout Planning - SLP

3.2.1 Tipo de Investigación

Nuestro estudio será de tipo Aplicado porque los datos serán obtenidos de una realidad y se hará uso de los conocimientos teóricos de la distribución de planta para brindar una alternativa de solución a nuestra realidad problemática en el proceso de fabricación de calzado de la empresa.

Nuestro nivel de investigación será Descriptivo porque demuestra el grado de asociación, al aclarar cómo se comporta una variable (distribución de planta) al conocer el comportamiento y característica más importante del fenómeno de análisis (costo por manejo de materiales), Lo cual significa que describe una tendencia de la población (Sampieri, 2014), en el proceso de producción de calzado de la empresa.

3.2.2 Diseño de Investigación

Nuestro estudio es No experimental – Transversal porque no hacemos variar en forma intencional las variables independientes, siendo ésta variable una categórica para su efecto sobre la variable dependiente.

También los datos del estudio se recopilan en un momento único. Su propósito es describir la característica principal y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Sampieri, 2014)

3.2.3 Variables de estudio y Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable categórica (X): Distribución de Instalaciones	Organización de elementos existente dentro de la planta, con la finalidad de asegurar la fluidez del flujo de trabajo	Ordenamiento de equipos y establecimientos de trabajo para la elaboración de calzado en la empresa	X1: Diseño de Instalación	X11: Costo unitario por metro Costo / metro X12: Numero de cargas por departamento Cargas * departamento X13: Capacidad real / capacidad de diseño	Razón

3.2.4 Instrumentos de recolección de Datos

- Guía de observación: con la cual podemos recopilar la información ordenadamente. (Ver tabla 26)
- Guía de entrevista: con la cual podemos recopilar la información ordenadamente. (Ver Tabla 25)

3.2.5 Procedimientos y análisis de datos

- Diagrama de recorrido: consiste en una matriz que despliega la magnitud del manejo de materiales que se lleva a cabo entre dos instalaciones en un periodo de tiempo determinado.
- Diseño de instalaciones: consiste en la distribución actual de la maquinaria y estaciones de trabajo existentes en el proceso de producción.
- Registro de boletas de pago a Trabajadores: es el costo semanal de los salarios de los operarios (solo de planta), brindado por la administración. (Ver Tabla 27)
- Diagrama de relaciones: Tiene por objetivo establecer las relaciones importantes entre varias combinaciones de dos operaciones y, por ejemplo, ver donde tienen lugar los mayores movimientos de material. Con ella se valora la importancia de la relación entre cada dos áreas de personal.
- Matriz desde-hasta: muestra el flujo de partes o materiales de un departamento a otro (número de cargas)
- Análisis Producto-cantidad: grafica que a partir de la demanda histórica refleja el tipo de distribución del estudio.
- Diagrama de Procesos operativos: muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso

3.2.6 Técnicas de análisis de datos

- Observación: Mediante ella procederemos a la recolección de datos reales, los cuales se verán traducidos de forma sistemática en los diversos diagramas mencionados con anterioridad de modo que nos permitan realizar el análisis y diseño correspondiente.
- Entrevista: Aplicada a las personas involucradas en la producción, mediante esta técnica se pretende obtener información con lo cual se pudo conocer los problemas dentro de la empresa y a la vez buscar alternativas de solución.

4. RESULTADOS

En este capítulo se procederá a presentar los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos específicos de la investigación, para lo cual desarrollaremos detalladamente el cómo se logra cada uno de estos, también realizaremos las interpretaciones y explicaciones del porque la utilización de las técnicas. Entonces se detalla lo siguiente:

4.1 Determinar la capacidad actual del proceso productivo de calzado.

Los resultados para hallar el mayor nivel de producción que la empresa puede generar se obtiene con el método del Uso del mejoramiento continuo (Chase Aquilano & Jacobs, 2014), este cuenta con una serie de pasos que seguimos a continuación:

Hallamos el tiempo estándar en producir una docena, este dato lo podemos calcular a partir del diagrama de flujo del proceso. (Ver Tabla 02)

Tiempo			
Estándar	18:02	min / doc	

Se trabajan **8 horas**. El tiempo estándar promedio para producir una docena es **18,02 min**. Este tiempo lo podemos considerar como tiempo estándar para calcular la capacidad instalada de la planta.

Calculando la Capacidad Instalada: decimos, sí el tiempo estándar para una docena es 18:02 min; en un día de trabajo son 480 min (8 horas), entonces hacemos el cálculo para conocer cuántas docenas se producen al día.

$$\begin{array}{l} 18:02 \text{ min} \longrightarrow 1 \text{ doc} \\ 480 \text{ min} \longrightarrow x \\ x = 27 \text{ doc/día} \dots \dots \dots (3) \end{array}$$

Entonces de (3) podemos hallar el número de docenas producidas por semana (27 doc/día x 6 días/sem)

$$x = 160 \text{ doc/sem} \dots \dots \dots (4)$$

También tenemos que tomar en cuenta que la mano de obra no trabaja constantemente durante toda la jornada laboral. Van al baño, se estiran, conversan, toman una pausa, toman un refrigerio, etc.

El siguiente cuadro realizado (Ver Tabla 04), coloca el trabajo real de la mano de obra en 94% del tiempo de trabajo total (8 horas).

Tabla 02: Diagrama de flujo de Proceso

Ubicación: Taller de calzado "Paola della Flores"		Resumen			
Actividad: Producción de calzado		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Fecha: 15 de Febrero 2017		operación	18		
Operador: Torres Alvarez Jorge / Analista: Soberon Mario		transporte	7		
subraye el metodo y tipo		retrasos	-		
Metodo: <u>Presente</u> Propuesto		Inspeccion	5		
Tipo: <u>Trabajador</u> Material Maquina		almacen	1		
Comentarios:		Tiempo (min)	18:02		
		Distancia (m)	215.36		
		Costo			
Descripcion de los eventos	Simbolo	Tiempo (min/doc)	distancia (en metros)	recomendaciones al metodo	
Transportar Mp al almacen	○ → ● D □ ▽	0:00:21	-		
inspeccion de calidad	○ → ● D □ ▽	0:00:20	-		
transportar cuero al proceso de corte	○ → ● D □ ▽	0:00:30	3.50		
corte cuero	● → D □ ▽	0:01:42	14.76		
inspeccion de calidad	○ → ● D □ ▽	0:00:12	-		
desbaste de cuero	● → D □ ▽	0:01:34	11.84		
transportar al proceso de perfilado	○ → ● D □ ▽	0:00:04	20.30		
pasado de pegamento	● → D □ ▽	0:00:36	-		
doblado de bordes	● → D □ ▽	0:00:26	-		
transportar cuero al area de desbaste	○ → ● D □ ▽	0:00:10	26.55		
union de piezas	● → D □ ▽	0:01:17	-		
revision	○ → ● D □ ▽	0:00:14	-		
cosido de cuero	● → D □ ▽	0:01:14	-		
transporte al proceso de armado	○ → ● D □ ▽	0:00:18	29.21		
colocado de accesorios	● → D □ ▽	0:01:12	21.47		
pegado de lona y cuero	○ → D □ ▽	0:00:50	19.25		
empastado	○ → D □ ▽	0:00:23	-		
enzuelado	● → D □ ▽	0:01:56	-		
verificar	○ → ● D □ ▽	0:00:06	-		
lijado	● → D □ ▽	0:00:30	-		
pasado de PVC	● → D □ ▽	0:00:15	-		
transporte al proceso de alistado	○ → ● D □ ▽	0:00:14	22.17		
pegado de planta	● → D □ ▽	0:00:34	8.6		
pasado de bencina	○ → D □ ▽	0:00:15	-		
emplantillar	○ → D □ ▽	0:00:16	17.95		
pasado de tinte	● → D □ ▽	0:00:40	-		
inspeccion de calidad	○ → ● D □ ▽	0:00:10	-		
secado	● → D □ ▽	0:01:33	12.67		
encajado	● → D □ ▽	0:00:04	-		
transportar al almacen de PT	○ → ● D □ ▽	0:00:06	7.09		
almacen de productos terminados	○ → D □ ▽	0:00:00	-		

Fuente: elaboración propia

Tabla 03: Tiempo Merma

Tiempo merma promedio (min)	
necesidades fisiológicas	5
pausa	10
conversar	6
agua	10
TOTAL	31

Fuente: elaboración propia

Entonces decimos que el tiempo total que se otorgan los colaboradores para sus necesidades es de 31 min durante las 8 horas de trabajo por día.

Con el cuadro de tiempo merma promedio, ahora podemos calcular la tasa ociosa y la útil del tiempo de producción ($31 \text{ min/día} \div 480 \text{ min/día} = 6\%$ de tasa ociosa)

Tabla 04: Tasa Ociosa

Tiempo de producción	8 horas
Tasa ociosa	6%
Tasa Útil	94%

Fuente: elaboración propia

Entonces el tiempo real que los colaboradores utilizan para realizar operaciones productivas es:

$$1 - \text{Tasa ociosa} = 1 - 0.06 = 94\% \dots \dots \dots (5)$$

Si tenemos una Tasa Útil de 94%, calculamos la capacidad instalada real a partir de (4) y (5), esto quiere decir que del total de docenas producidas por semana las multiplicamos por la Tasa Útil nos da como resultado la real producción de docenas por semana considerando los tiempos de merma en el proceso ($160 \text{ doc/sem} * 94\% = 150 \text{ doc/sem}$)

Tabla 05: Capacidad Instalada

Unidad de tiempo	capacidad instalada (doc/und de tiempo)	producción actual (doc/und de tiempo)
1 semana	150	40 (*)
1 mes	600	160
1 año	7,200	1,920

Fuente: elaboración propia

(*) Valor obtenido de la demanda histórica

Ahora podemos hallar la tasa de utilización del sistema, para lo cual:

Porcentaje de utilización del sistema

$$\% \text{ Utilización del sistema} = \frac{\text{Capacidad real} * 100}{\text{Capacidad de diseño}}$$

$$\% \text{ Utilización del sistema} = \frac{40 \text{ doc/ sem} * 100}{150 \text{ doc/sem}}$$

$$\% \text{ Utilización del sistema} = \mathbf{26.7\%}$$

Con este cálculo, también hallamos la Capacidad Ociosa del sistema

Capacidad ociosa del sistema

$$\text{Capacidad ociosa del sistema} = 1 - \% \text{ utilización}$$

$$\text{Capacidad ociosa del sistema} = 1 - 0.267$$

$$\text{Capacidad ociosa del sistema} = \mathbf{73\%}$$

La actual distribución de instalación tiene una Capacidad Ociosa del 73%, lo cual es bastante alta y consideramos reducirlo mediante el desarrollo progresivo de los siguientes objetivos del estudio.

4.2 Desarrollar el método SLP y determinar los espacios necesarios en base al método de Guerchet

Las fases que se siguen para la implementación del método SLP es el siguiente, El **primer paso** para la realización de la planificación de la distribución en planta es la recopilación de la demanda, este paso lo llamaremos Análisis Productos – Cantidades (P-Q) y consiste en determinar el tipo de distribución que sigue la empresa.

Para esto clasificaremos el volumen de producción de mayor a menor en doc/año, para cada tipo de producto, entonces obtenemos:

Tabla 06: Demanda Anual

DEMANDA ANUAL (DOC/AÑO)			
Líneas de Producción	Producción (doc/año)	% Individual	% Acumulado
casual	504	0.26	0.26
vestir	438	0.23	0.49
balerina	366	0.19	0.68
mocasín	330	0.17	0.85
zapatilla	296	0.15	1.00
TOTAL	1934		

Fuente: elaboración propia

Con el volumen de producción y la variedad de productos determinamos el tipo de distribución que sigue nuestra empresa.

En la tabla 06 observamos que la cantidad total de docenas producidas en el periodo Marzo 2016 – Febrero 2017 (Ver Tabla 28) es de 1934 doc/año y cuenta con un promedio de 160 doc/mes.

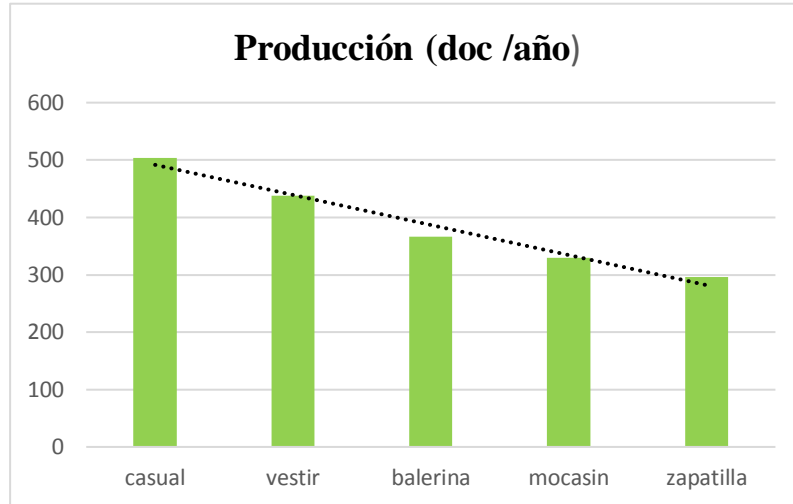


Ilustración 02: Tipo de Distribución

Fuente: elaboración propia

De la Ilustración 02 interpretamos que la empresa en estudio sigue una distribución por proceso, esto debido a que la curva es de tipo plana, es recomendable realizar una única distribución de planta en la que se combinen los procesos de producción.

Como nuestro **segundo paso** para completar las fases del método SLP es realizar un Análisis ABC para clasificar las preferencias del catálogo según su nivel de ventas.

A continuación elaboramos un cuadro de la demanda histórica por mes para cada línea de producto.

Tabla 07: Producción mensual en doc

Producción Mensual	Línea de Producción				
	vestir	casual	mocasín	balerina	zapatilla
Mar-16	36	46	34	32	32
Abr-16	38	44	30	32	28
May-16	32	46	30	32	26
Jun-16	38	44	28	30	24

Jul-16	36	40	30	32	28
Ago-16	38	38	36	30	26
Set-16	40	40	22	26	16
Oct-16	36	38	24	30	20
Nov-16	32	40	22	32	28
Dic-16	44	42	22	28	20
Ene-17	26	48	24	30	20
Feb-17	42	38	28	32	28
Total	438	504	330	366	296

Fuente: Empresa Paola della Flores

Con la información de la tabla 06 y tabla 07, elaboramos la gráfica para identificar la línea de productos con mayor demanda, el Análisis ABC de productos para la empresa es:

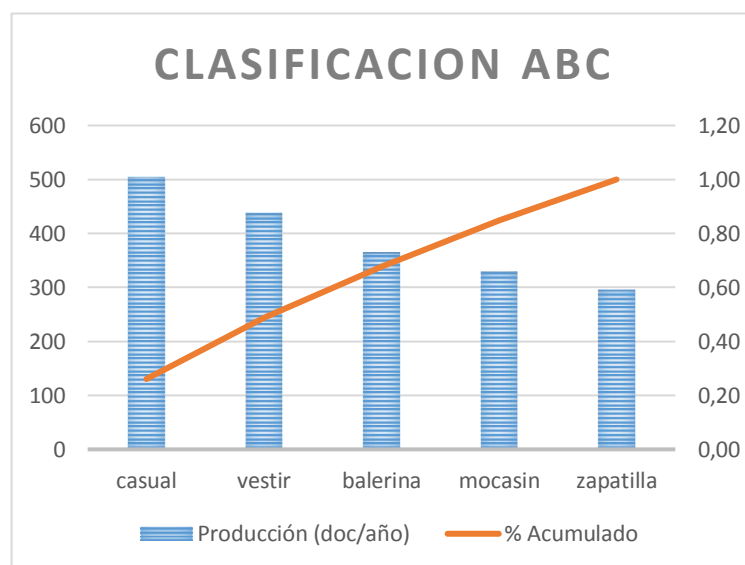


Ilustración 03: Clasificación ABC

Fuente: elaboración propia

Como vemos en la Ilustración 03, la producción se encuentra caracterizada por una dispersión de productos, bajo esta perspectiva podemos decir que la empresa no cuenta con productos que tengan una abultada diferencia con respecto a los otros, es más como se muestra en la Tabla 06 son cuatro los modelos: Casual, de Vestir, Balerinas y el Mocasin que representan el 85% del total del volumen de producción.

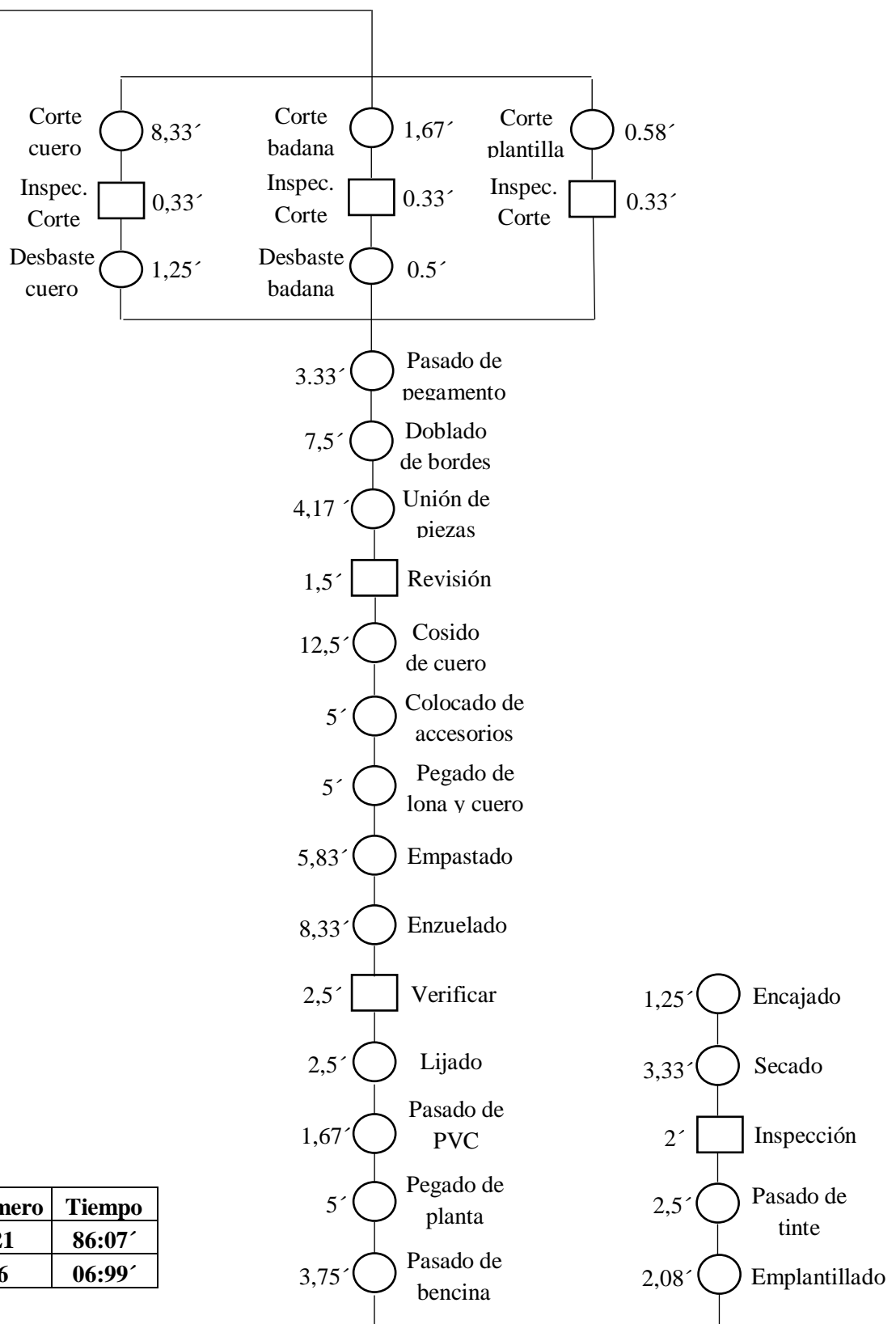
Entonces la distribución de Planta deberá ser diseñada bajo el concepto de producir para estos modelos, ya que además representan el 85% del total de ventas.

Como **tercer paso** en las Fases del método SLP tenemos que realizar el diagrama de proceso de operaciones, el cual refleja la secuencia en la que se realizan las operaciones necesarias para completar el proceso de fabricación del calzado.

El criterio más importante para la realización de este diagrama es de acuerdo a las referencias más significativas en cuanto al volumen de producción, es por ello que el siguiente diagrama de proceso de operaciones es el que siguen la mayoría de los productos, esta información se observa en la Ilustración 02.

El siguiente diagrama muestra los tiempos para cada operación, estos son los tiempos promedio para producir 5 docenas.

Tabla 08: Diagrama de Proceso de Operaciones



Evento	Número	Tiempo
Operación	21	86:07'
Inspección	6	06:99'

Fuente: elaboración propia

Ahora ya tenemos identificado el orden cronológico que sigue cada una de las operaciones, como se observa en el diagrama de procesos operativos el tiempo total en producir 05 doc es de 93:06 min.







Este diagrama nos sirve como una pauta para cuando terminemos de realizar nuestro diseño de distribución de instalaciones, estos tiempos deberían recortarse al finalizar nuestro estudio, también complementamos los tiempos de producción con el diagrama de flujo de proceso (Ver Tabla 02).

Continuando tenemos el **cuarto paso** que es realizar un Diagrama relacional entre los procesos de trabajo

Con ayuda del Diagrama hallaremos el grado relativo de acercamiento que se desea o que se requiere entre diferentes áreas o procesos, esto según lo determine la información cuantitativa del flujo.

Para su construcción se indican los motivos por lo que dos actividades deben estar cerca, por lo cual utilizaremos la siguiente escala:

Tabla 09: Código de Relación

Relación	CERCANÍA	Valor en líneas
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria OK	
U	Poco importante	
X	No deseable	

Fuente: elaboración propia

Tabla 10: Código de Razón

Código de Razones	
Numero	Razón
1	por control
2	por higiene
3	por proceso
4	por conveniencia
5	por seguridad

Fuente: elaboración propia

Con la tabla 09 y la tabla 10 elaboramos una matriz diagonal, llenando cada uno de los cuadros con la letra o número código según corresponda.

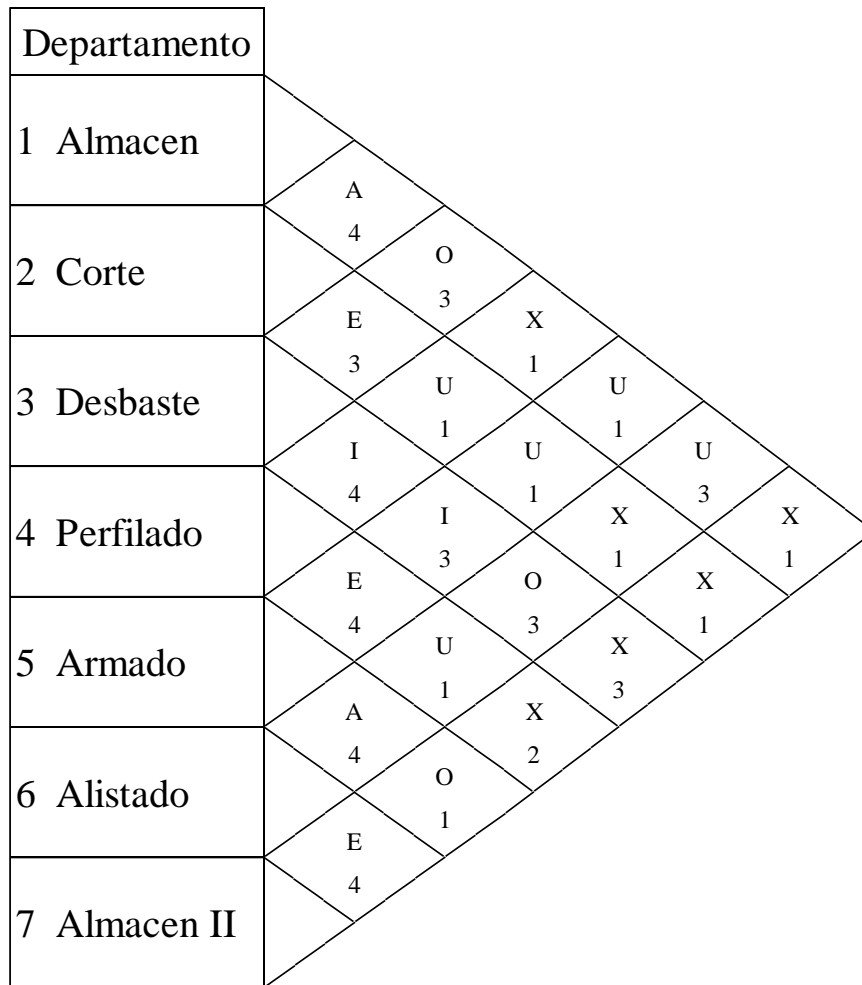


Ilustración 04: Grafica de Relación

La anterior Ilustración 04 denota la importancia de la relación de actividades y la proximidad entre estas, de tal forma que se minimicen el número de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las áreas.

Continuamos con la cuantificación de la gráfica relacional, así en nuestro siguiente paso podremos diseñar con base al siguiente cuadro:

Tabla 11: Ponderación de la Grafica relacional

No.	Relaciones	Resultado	Porcentaje	
			%	Código
1	1 a 2	4	9%	A
2	2 a 3	3	7%	E
3	3 a 4	4	9%	I

4	4 a 5	4	9%	E
5	5 a 6	4	9%	A
6	6 a 7	4	9%	E
7	1 a 3	3	7%	O
8	2 a 4	1	2%	U
9	3 a 5	3	7%	I
10	4 a 6	1	2%	U
11	5 a 7	1	2%	O
12	1 a 4	1	2%	X
13	2 a 5	1	2%	U
14	3 a 6	3	7%	O
15	4 a 7	2	4%	X
16	1 a 5	1	2%	U
17	2 a 6	1	2%	X
18	3 a 7	2	4%	X
19	1 a 6	1	2%	U
20	2 a 7	1	2%	X
21	1 a 7	1	2%	X
TOTAL		46	100%	

Fuente: elaboración propia

De la tabla 11 podemos observar que ponderamos cada una de la relaciones que existe entre los procesos del taller de calzado, esta grafica ahora la ponderamos de mayor a menor para poder tener una visión clara de las relaciones más representativas en cuanto a su peso %.

Tabla 12: Clasificación - Ponderación de la Grafica relacional

No.	Relaciones	Resultado	Porcentaje %	Código
1	1 a 2	4	9%	A
3	3 a 4	4	9%	I
4	4 a 5	4	9%	E
5	5 a 6	4	9%	A
6	6 a 7	4	9%	E
2	2 a 3	3	7%	E
7	1 a 3	3	7%	O
9	3 a 5	3	7%	I

14	3 a 6	3	7%	O
15	4 a 7	2	4%	X
18	3 a 7	2	4%	X
8	2 a 4	1	2%	U
10	4 a 6	1	2%	U
11	5 a 7	1	2%	O
12	1 a 4	1	2%	X
13	2 a 5	1	2%	U
16	1 a 5	1	2%	U
17	2 a 6	1	2%	X
19	1 a 6	1	2%	U
20	2 a 7	1	2%	X
21	1 a 7	1	2%	X
TOTAL		46	1	

Fuente: elaboración propia

El **quinto paso** para la continuación del método SPL es establecer las necesidades de espacio, estos valores serán calculados en base al método de Guerchet.

Para determinar el espacio total (S_t) necesario para una actividad, se debe tener en cuenta los siguientes componentes:

$$S_t = N (S_s + S_g + S_e) \dots \dots \dots (6)$$

Superficie Estática (S_s) definido por el área ocupada por las maquinas, muebles y equipos, se calcula:

$$S_s = \text{largo} \times \text{ancho} \dots \dots \dots (7)$$

Superficie Gravitacional (S_g) el necesario para acceder a la maquina o proceso tanto por los operarios como por parte de los materiales, lo calculamos de la siguiente forma:

$$S_g = S_s \times n \dots \dots \dots (8)$$

Donde:

n = número de lados

S_s = superficie estática

Superficie de Evolución (S_e) es la que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado, para su cálculo se utiliza el coeficiente de evolución (K):

$$S_e = (S_s + S_g) k \dots \dots \dots (9)$$

Para el cálculo del coeficiente de evolución (K):

$$K = h_1 / (2 \cdot h_2) \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

h_1 : altura promedio ponderada de los elementos móviles

h_2 : altura promedio ponderada de los elementos estáticos

Entonces hallamos el coeficiente de evolución para nuestro caso:

$h_1 = 1.66$
$h_2 = 1.34$

$k = 0.62$

Una vez que contamos con el coeficiente de evolución, realizamos el método de Guerchet para cada una de las áreas de trabajo a partir de (6), (7), (8), (9) y (10)

Almacén de Materia Prima					
	N	n	l(m)	a(m)	h(m)
Anaquele 1	1	1	0.92	0.31	2.11
Anaquele 2	1	1	1.15	0.31	1.98
Anaquele 3	1	1	1.69	0.31	2.04
Anaquele 4	1	1	0.92	0.31	2.01
Anaquele 5	1	1	0.85	0.31	2.10
		Ss	Sg	Se	St (m2)
Anaquele 1		0.29	0.29	0.35	0.92
Anaquele 2		0.36	0.36	0.44	1.15
Anaquele 3		0.52	0.52	0.65	1.69
Anaquele 4		0.29	0.29	0.35	0.92
Anaquele 5		0.26	0.26	0.33	0.85
Total (m²)	5.54				

Área de corte					
	N	n	l(m)	a(m)	h(m)
mesa corte	1	1	1.16	0.62	1.16
mesa soporte	1	1	0.92	0.31	0.92

rematadora	1	1	1.98	0.68	1.37
esmeril	1	1	0.41	0.36	1.35
Espensadora	1	1	0.57	0.50	1.02
desbastadora de suela	1	1	0.75	0.52	1.43
mesa de trabajo	1	1	0.93	0.62	1.17
conformadora de punta	1	1	0.475	0.32	1.51
conformadora de talón	1	1	0.53	0.80	1.60

	Ss	Sg	Se	St
mesa armado I	0.30	0.30	0.37	1.94
mesa armado II	0.30	0.30	0.37	1.94
mesa armado 5	0.30	0.30	0.37	0.97
mesa armado III	0.30	0.30	0.37	1.94
mesa armado 7	0.30	0.30	0.37	0.97
mesa armado 8	0.17	0.17	0.21	0.54
mesa armado 10	0.31	0.31	0.39	1.01
rematadora	1.35	1.35	1.66	4.36
esmeril	0.15	0.15	0.18	0.48
Espensadora	0.29	0.29	0.35	0.92
desbastadora de suela	0.39	0.39	0.48	1.26
mesa de trabajo	0.58	0.58	0.71	1.87
conformadora de punta	0.15	0.15	0.19	0.49
conformadora de talón	0.42	0.42	0.52	1.37
Total (m²)	18.21			

Área de Alistado					
	N	n	l(m)	a(m)	h(m)
timbradora	1	1	0.59	0.54	1.33
mesa alistado 1	1	1	1.30	0.32	1.55
mesa alistado 2	1	1	0.92	0.465	1.05
	Ss	Sg	Se	St	
timbradora	0.32	0.32	0.39	1.03	
mesa alistado 1	0.42	0.42	0.51	1.35	
mesa alistado 2	0.43	0.43	0.53	1.38	
Total (m²)	3.76				

De la Tabla 13 podemos decir que el espacio necesario total es de 42.64m², espacio que mínimamente debemos respetar para que se cumple con buenas prácticas el proceso de producción.

Continuando con las fases del SLP como **sexto paso** tenemos realizar el diagrama relacional de actividades, con este representaremos el recorrido que siguen los productos, reflejando las necesidades de proximidad.

Para esto graficamos en base a la Tabla 12 que nos muestra la clasificación de la ponderación de relaciones según la escala de proximidad.

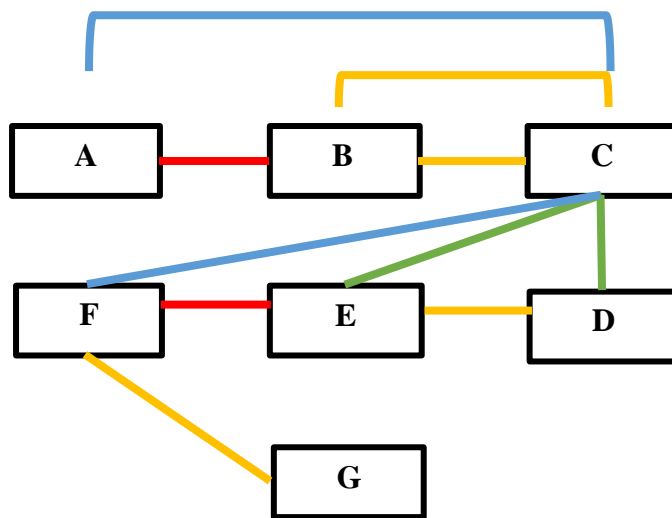


Ilustración 05: Diagrama de Relaciones

Fuente: elaboración propia

A través de la gráfica 05 se representa como debería estar la distribución de instalaciones en base a nuestro método, también observamos que esta nueva distribución es diferente a la que actualmente tiene la empresa.

Siguiendo con las fases del SLP tenemos el **séptimo paso** que es la realización del diagrama de relaciones a escala.

Este diagrama es posible gracias al método de Guerchet que con el cual ya tenemos los espacios necesarios para representar nuestro diagrama a escala.

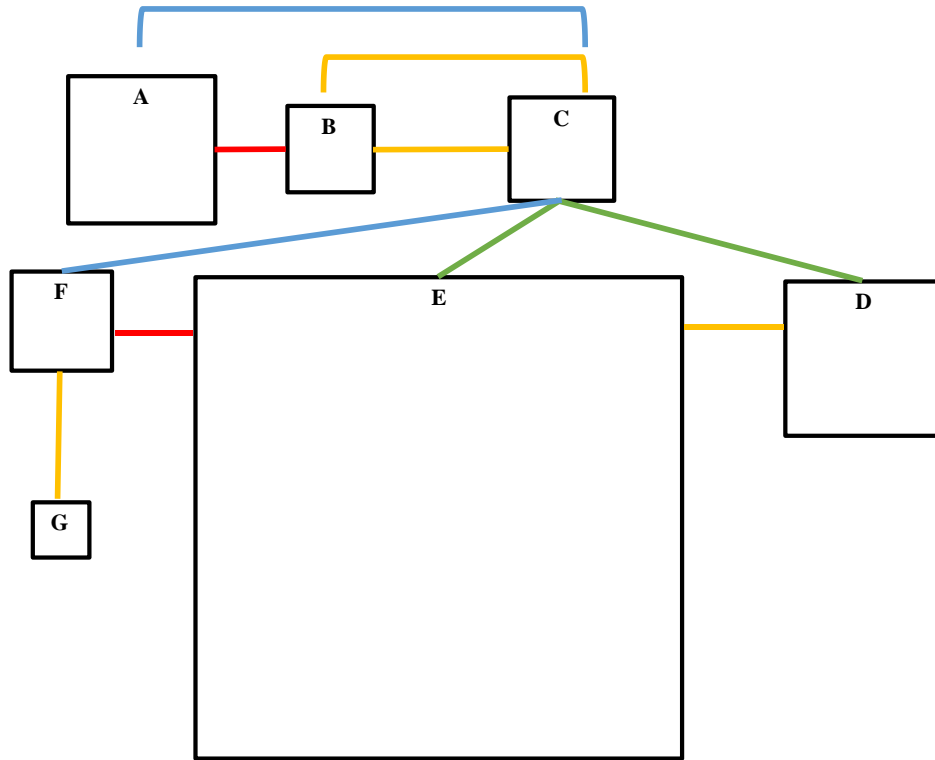


Ilustración 06: Diagrama relacional de espacios

Fuente: elaboración propia

Con la gráfica 06, ahora solo queda representarlo como una realidad, digamos que para nuestra realidad, este debe estar dibujado en los planos de la empresa.

Continuamos con la fase del método SLP siendo el **octavo paso** el último para concluir nuestro segundo objetivo.

Representaremos la gráfica relacional de espacios en planos para ver cómo queda la distribución de instalaciones en nuestra empresa:

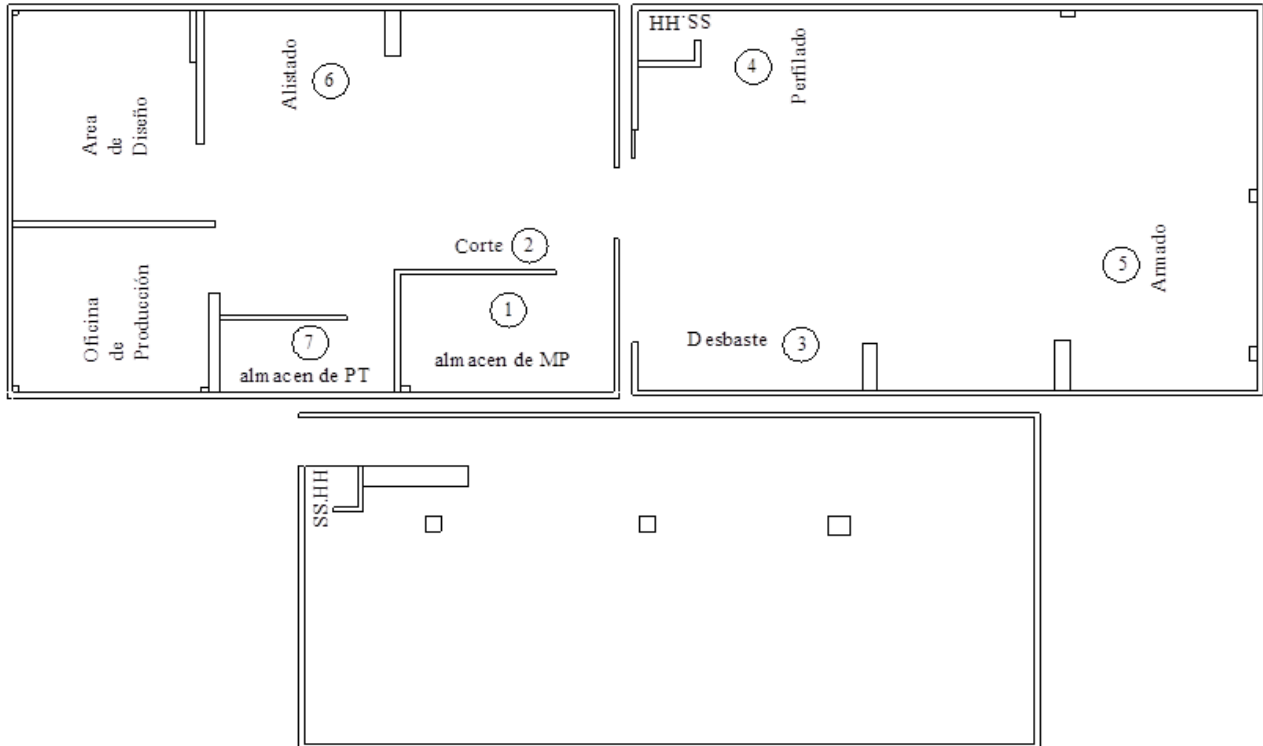


Ilustración 07: Diseño de Distribución de Instalaciones

Fuente: elaboración propia

Podemos concluir que se redujo las distancias por movimiento de materiales en 126.09m^2 , como se muestra en la Ilustración 07 el diseño propuesto para la nueva distribución de instalaciones reduce en 59% el traslado de cargas (Ver Tabla 19), que lo representaremos en costo para desarrollar nuestro cuarto objetivo específico.

Finalizamos diciendo que hasta nuestro segundo objetivo se cumple con nuestras expectativas como investigadores, la cual era desarrollar a través del método SLP un diseño de distribución de instalaciones que reduzca primero el movimiento de materiales para así poder trasladarlo a la reducción de los costes de la empresa.

Siendo así, entonces aplicaremos esta reducción para desarrollar el tercer objetivo, específicamente en el nuevo diagrama de flujo de proceso.

4.3 Determinar la capacidad del proceso productivo de calzado aplicando el método SLP

Para este objetivo, aplicamos el mismo procedimiento del primer objetivo, siendo el método del uso del mejoramiento continuo, solo que ahora lo aplicamos con los nuevos datos obtenidos para nuestro diseño de distribución de instalaciones.

Hallamos el nuevo tiempo estándar en producir una docena, este dato lo calculamos a partir del diagrama de flujo del proceso propuesto. (Ver Tabla 14)

Tiempo estándar = 14:34 min / doc

Se trabajan 8 horas. El tiempo estándar promedio ahora para producir una docena es 14,34 min. Este tiempo lo consideramos como tiempo estándar para calcular la nueva capacidad instalada de la planta.

Calculando la Capacidad Instalada: decimos, si el tiempo estándar para una docena es 14:34 min; en un día de trabajo son 480 min (8 horas), entonces hacemos el cálculo para conocer cuántas docenas se producen al día.

$$\begin{array}{rcl} 14:34 \text{ min} & \longrightarrow & 1 \text{ doc} \\ 480 \text{ min} & \longrightarrow & x \\ x = & 33 & \text{doc/día} \dots \dots \dots (11) \end{array}$$

Entonces de (11) podemos hallar el número de docenas producidas por semana (33 doc/día x 6 días/sem)

$$x = 201 \text{ doc/sem} \dots \dots \dots (12)$$

También tenemos que tener en cuenta que la mano de obra no trabaja constantemente durante toda la jornada laboral, como lo habíamos visto se toman un tiempo para ir al baño, se estiran, conversan, toman una pausa, toman un refrigerio, etc.

Entonces de la tabla 03 y tabla 04 sabemos que el tiempo total de merma es de 31min/día, esto quiere decir que del 100% de las 8h de trabajo por día, solo el 94% se utiliza para agregar valor a la producción.

Tabla 14: Diagrama de flujo de proceso propuesto

Ubicación: Taller de calzado "Paola della Flores"				Resumen				
Actividad: Producción de calzado				Evento	Presente	Propuesto	Ahorros	
Fecha: 15 de Febrero 2017				operación	18			
Operador: Torres Alvarez Jorge / Analista: Soberon Mario				transporte	7			
subraye el metodo y tipo				retrasos	-			
Metodo: <u>Presente</u> Propuesto				Inspeccion	5			
Tipo: <u>Trabajador</u> Material Maquina				almacen	1			
Comentarios:				Tiempo (min)	14:34			
				Distancia (m)	89.27			
				Costo				
Descripcion de los eventos	Simbolo					Tiempo (min/doc)	distancia (en metros)	recomendaciones al metodo
Transportar Mp al almacen	○	●	D	□	▽	0:00:21	-	
inspeccion de calidad	○	→	D	□	▽	0:00:20	-	
transportar cuero al proceso de corte	○	●	D	□	▽	0:00:30	3.50	
corte cuero	●	→	D	□	▽	0:00:58	4.21	
inspeccion de calidad	○	→	D	□	▽	0:00:12	-	
desbaste de cuero	●	→	D	□	▽	0:01:01	3.1	
transportar al proceso de perfilado	○	●	D	□	▽	0:00:01	2.80	
pasado de pegamento	●	→	D	□	▽	0:00:36	-	
doblado de bordes	●	→	D	□	▽	0:00:26	-	
transportar cuero al area de desbaste	○	●	D	□	▽	0:00:01	1.8	
union de piezas	●	→	D	□	▽	0:01:17	-	
revision	○	→	D	□	▽	0:00:14	-	
cosido de cuero	●	→	D	□	▽	0:01:14	-	
transporte al proceso de armado	○	●	D	□	▽	0:00:05	2.11	
colocado de accesorios	●	→	D	□	▽	0:00:08	2.81	
pegado de lona y cuero	○	→	D	□	▽	0:00:50	19.25	
empastado	○	→	D	□	▽	0:00:23	-	
enzuelado	●	→	D	□	▽	0:01:56	-	
verificar	○	→	D	□	▽	0:00:06	-	
lijado	●	→	D	□	▽	0:00:30	-	
pasado de PVC	●	→	D	□	▽	0:00:15	-	
transporte al proceso de alistado	○	●	D	□	▽	0:00:14	22.17	
pegado de planta	●	→	D	□	▽	0:00:34	8.6	
pasado de bencina	○	→	D	□	▽	0:00:15	-	
emplantillar	○	→	D	□	▽	0:00:04	6.5	
pasado de tinte	●	→	D	□	▽	0:00:40	-	
inspeccion de calidad	○	→	D	□	▽	0:00:10	-	
secado	●	→	D	□	▽	0:01:03	5.33	
encajado	●	→	D	□	▽	0:00:04	-	
transportar al almacen de PT	○	●	D	□	▽	0:00:06	7.09	
almacen de productos terminados	○	→	D	□	▽	0:00:00	-	

Fuente: elaboración propia

Si tenemos una Tasa Útil de 94%, calculamos la capacidad instalada real a partir de (5) y (12), esto quiere decir que del total de docenas producidas por semana las multiplicamos por la Tasa Útil nos da como resultado la real producción de docenas por semana considerando los tiempos de merma en el proceso (201 doc/sem * 94% = 188 doc/sem)

Tabla 15: Capacidad Instalada Mejorada

Unidad de tiempo	capacidad instalada (doc/sem)	producción actual (doc/sem)
1 semana	188	40
1 mes	751	160
1 año	9,018	1,920

Fuente: elaboración propia

Con el nuevo diseño de distribución de instalaciones la empresa podría producir un máximo de 188 doc/sem, aumentando su capacidad productiva en 38 doc/sem.

Como se observa, se logra un aumento del máximo a producir para la empresa, con lo cual representaremos la variación porcentual de esta:

$$\text{Variación porcentual} = \frac{(V2 - V1) * 100}{V1}$$

$$\text{Variación porcentual} = \frac{(188 - 150) * 100}{150}$$

$$\text{Variación porcentual} = 25 \%$$

Como conclusión tenemos que la empresa aumentara su capacidad instalada en 25% con el nuevo diseño de distribución de instalaciones.

4.4 Determinar el porcentaje de reducción del costo por movimiento de materiales con el rediseño de planta

Habiendo finalizado las fases del método SLP, ahora desarrollaremos una comparación entre la propuesta de distribución de instalación con la anterior al estudio, esta confrontación se hace en base a los costos generados por movimiento de materiales y capacidad de producción.

El desarrollo de esta comprenderá algunos pasos:

Uno: con la ayuda de la matriz desde-hasta identificamos el número de cargas entre departamentos, se tomara como tiempo base una semana y reflejara la frecuencia en que un colaborador va desde su área hacia la otra por motivo exclusivamente de trabajo, llámese trabajo en ir a dejar a su cliente interno su producto o ir a recoger insumos para que realice sus operaciones; entiéndase que no consideramos como movimiento de carga el que un colaborador se mueva hacia otra área para conversar en un momento de relajo u otra actividad que no agregue valor a nuestro proceso de producción.

Tabla 16: Flujo de cargas entre procesos

Departamento	Numero de cargas por semana						
	almacen (1)	corte (2)	desbaste (3)	perfilado (4)	armado (5)	alistado (6)	almacen II (7)
almacen (1)		80	30	-	40	-	-
corte (2)			70	90	-	5	-
desbaste (3)				120	10	4	-
perfilado (4)					75	10	-
armado (5)						100	-
alistado (6)							50
almacen II (7)							

Fuente: elaboración propia

En la tabla 16 podemos observar las cargas que se dan entre procesos por semana en promedio, siendo 52.6 el valor.

Dos: ahora realizamos una matriz desde-hasta con las distancias de recorrido en metros entre los procesos para la actual distribución en instalaciones.

Tabla 17: Distancias entre procesos

Departamento	Distancias (m)						
	almacen (1)	corte (2)	desbaste (3)	perfilado (4)	armado (5)	alistado (6)	almacen II (7)
almacen (1)		3.5	14.76	-	19.25	-	-
corte (2)			11.84	20.3	-	8.6	-
desbaste (3)				26.55	21.47	17.95	-
perfilado (4)					29.21	12.67	-
armado (5)						22.17	-
alistado (6)							7.09
almacen II (7)							

Fuente: elaboración propia

Tres: es momento de hallar el costo que le genera a la empresa moverse tantos metros de un proceso hacia otro, recordemos que el costo unitario por movimiento de materiales es de S/. 0.35 como se muestra de la formula (1) y (2). Este costo estará representado en una matriz desde-hasta.

Tabla 18: Costo por movimiento de materiales

Departamento	Costo = Cu * distancia							
	almacen (1)	corte (2)	desbaste (3)	perfilado (4)	armado (5)	alistado (6)	almacen II (7)	
almacen (1)		S/. 1.22	S/. 5.16	-	S/. 6.73	-	-	
corte (2)			S/. 4.14	S/. 7.10	-	S/. 3.01	-	
desbaste (3)				S/. 9.28	S/. 7.51	S/. 6.28	-	
perfilado (4)					S/. 10.21	S/. 4.43	-	
armado (5)						S/. 7.75	-	
alistado (6)							S/. 2.48	
almacen II (7)								
TOTAL							S/. 75.29	

Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la tabla 18 el costo total por movimiento de materiales de la actual distribución de instalaciones es de S/. 75.29 por semana

Cuatro: ahora realizamos la matriz desde-hasta para las distancias recorridas en metros entre los procesos para el diseño propuesto de distribución de instalaciones.

Tabla 19: Distancias entre proceso mejorado

Departamento	Distancias (m)						
	almacen (1)	corte (2)	desbaste (3)	perfilado (4)	armado (5)	alistado (6)	almacen II (7)
almacen (1)		3.5	4.21	-	19.25	-	-
corte (2)			3.1	2.8	-	8.6	-
desbaste (3)				1.8	2.81	6.5	-
perfilado (4)					2.11	5.33	-
armado (5)						22.17	-
alistado (6)							7.09
almacen II (7)							

Fuente: elaboración propia

Cinco: ahora calculamos los costos que le podrían generar a la empresa por movimiento de materiales si es que se implementa el nuevo diseño de distribución de instalaciones, recordando que el costo unitario por movimiento es de S/. 0.35.

Aquí se multiplican las nuevas distancias entre los procesos con el costo unitario por movimiento de materiales, y se representa en la matriz desde-hasta.

Tabla 20: Costo por movimiento de materiales mejorado

Departamento	Costo = Cu * distancia						
	almacen (1)	corte (2)	desbaste (3)	perfilado (4)	armado (5)	alistado (6)	almacen II (7)
almacen (1)		S/. 1.22	S/. 1.47	-	S/. 6.73	-	-
corte (2)			S/. 1.08	S/. 0.98	-	S/. 3.01	-
desbaste (3)				S/. 0.63	S/. 0.98	S/. 2.27	-
perfilado (4)					S/. 0.74	S/. 1.86	-
armado (5)						S/. 7.75	-
alistado (6)							S/. 2.48
almacen II (7)							
							TOTAL
							S/. 31.21

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla 20 el costo por movimiento de materiales en base a la distribución de instalaciones propuesta es de S/. 31.21.

Sexto: aplicamos una gráfica de costos para comparar ambas distribuciones, así podremos identificar el beneficio de la nueva distribución de instalación.

Elaboramos un cuadro comparativo entre los costos por movimiento de materiales entre ambas distribuciones, estos costos son obtenidos de la tabla 18 y tabla 20.

Tabla 21: Comparación de costos entre distribuciones

COSTOS	
Costo Total de Distribución Propuesta	Costo Total de Distribución Actual
S/. 0.63	S/. 1.22
S/. 0.74	S/. 2.48
S/. 0.98	S/. 3.01
S/. 0.98	S/. 4.14
S/. 1.08	S/. 4.43
S/. 1.22	S/. 5.16
S/. 1.47	S/. 6.28
S/. 1.86	S/. 6.73
S/. 2.27	S/. 7.10
S/. 2.48	S/. 7.51
S/. 3.01	S/. 7.75
S/. 6.73	S/. 9.28
S/. 7.75	S/. 10.21
TOTAL	S/. 31.21
	S/. 75.29

Fuente: elaboración propia

Ahora tenemos que representar esta comparativa de costos, para ello como vemos en la tabla 21 se valora los costos por proceso, así también vemos que el costo total por movimiento de materiales de la Distribución de instalación actual es de S/. 75.29 y para la distribución propuesta es de S/. 31.21; vale decir que estos costos son generados por semana.

Entonces multiplicaremos el costo total de cada distribución por el número de semanas que deseamos para reflejar el beneficio que se obtiene al implementar nuestra distribución.

Tabla 22: Costos entre distribuciones por semana

Sem	Costo Total de Distribución Actual	Costo Total de Distribución Propuesta
1	S/. 75.29	S/. 31.21
2	S/. 150.57	S/. 62.42
3	S/. 225.86	S/. 93.62
4	S/. 301.15	S/. 124.83
5	S/. 376.44	S/. 156.04
6	S/. 451.72	S/. 187.25
7	S/. 527.01	S/. 218.45
8	S/. 602.30	S/. 249.66
9	S/. 677.58	S/. 280.87
10	S/. 752.87	S/. 312.08
11	S/. 828.16	S/. 343.28
12	S/. 903.44	S/. 374.49
13	S/. 978.73	S/. 405.70

Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la tabla 22, hemos tomado 13 semanas para representar nuestra gráfica que muestra el beneficio de implementar nuestro diseño de distribución de instalaciones:

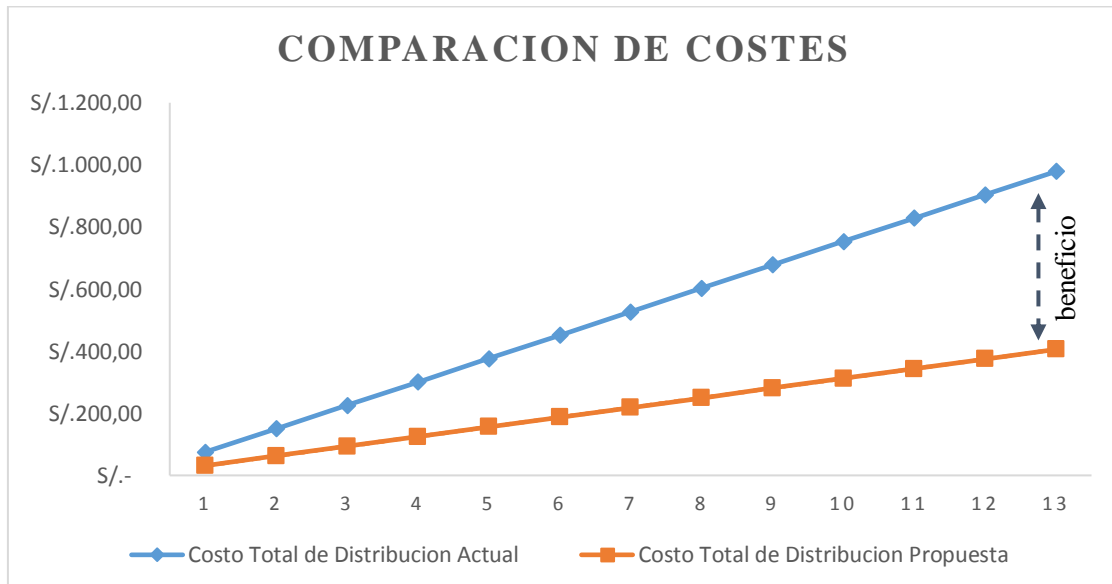


Ilustración 08: Comparación de costos de la Distribución Propuesta y la Distribución Actual, tomando como referencia 13 semanas

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la Ilustración 08 el beneficio que obtendría la empresa es de S/. 44.08 por semana, esto quiere decir que la empresa reduciría sus costos por movimiento de materiales en más de la mitad de lo que le costaba antes.

Representando este ahorro en porcentaje, aplicamos la variación porcentual para el cálculo:

$$\text{variación porcentual} = \frac{(V2 - V1) * 100}{V1}$$

$$\text{variación porcentual} = 59\%$$

Concluimos que la empresa reducirá en un 59% el costo por movimiento de materiales si se produce con el nuevo Diseño de Distribución de instalaciones.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta parte de la investigación se hace referencia a los resultados logrados basado en la interpretación de ellas.

Determinar la capacidad actual del proceso productivo de calzado vemos claramente que en tabla 04 existe actualmente una tasa ociosa del 6% del total de horas trabajadas por día, según el resultado (5) tenemos una tasa útil de 94%, siendo este el porcentaje real de tiempo productivo para la empresa.

Asimismo de la tabla 05 obtuvimos que la capacidad instalada real es de 150 doc/sem y que la producción actual es de 40 doc/sem, estando bastante lejos del máximo por producir; reflejando estos números en porcentaje, podemos decir que la utilización del sistema es del 26.7% y la capacidad ociosa del sistema es 73%.

Desarrollar el método SLP y determinar los espacios necesarios en base al método de Guerchet podemos decir que obtuvimos satisfactoriamente los espacios necesarios en base al método de Guerchet para que se realicen las operaciones de producción en el taller de calzado. Como se observa en la Tabla 13, los espacios por cada área, y en su totalidad se requieren 42.64m².

También hacemos la aclaración que el Método Guerchet es una fase del Método SLP.

Como resultado del desarrollo del Método SLP vemos que con el nuevo diseño de distribución de instalaciones se logra reducir los recorridos por manejo de materiales en 126.09m². Representado en porcentaje, tenemos una variación porcentual del 59%, esto quiere decir que las distancias por movimiento de materiales se redujeron en tal porcentaje con lo que se trasladaba antes.

Determinar la capacidad del proceso productivo de calzado aplicando el método SLP Como se muestra en la Tabla 14 se recortan las distancias y el tiempo de producción, este es el principal factor que coadyuva a mejorar la capacidad máxima a producir por la empresa, representado este aumento en porcentaje, el taller de calzado podrá producir 25% más de lo que se producía antes.

Determinar el porcentaje de reducción del costo por movimiento de materiales con el rediseño de planta interpretamos que se cumple con el objetivo de reducir el costo de movimiento de materiales, esta reducción fue del 59%.

6. CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general y a los específicos:

La conclusión principal que hemos llegado es haber rediseñado la distribución de planta reduciendo el costo de movimiento de materiales en 59%

Esta conclusión principal está conformada por las siguientes conclusiones específicas, que a continuación se detallan:

- Se refleja que la empresa está desperdiciando el 46% de su instalación, por lo cual diremos que no tiene una efectiva utilización de los espacios en planta, de sus máquinas y de las personas. Llevando al campo económico, la empresa está perdiendo S/. 1210.50 por semana.
- Se logró determinar los espacios necesarios de 42.62m² basado en el método de Guerchet; lo cual, queda resumido en la Tabla 13, lo cual forma parte del desarrollo del Método SLP.
- Con el desarrollo del método SLP logramos reducir distancias entre los procesos, en consecuencia, se disminuyeron los costos por movimiento de materiales en 59% semanal.
- Se aumentó la capacidad instalada en 38 doc/sem esto gracias al nuevo reordenamiento físico de las instalaciones que representa un 25% de mayor capacidad para producir

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar el nuevo diseño de distribución de planta, dado que está ligado al costo de oportunidad; ya que se logrará un ahorro significativo del 59%, y el aumento de la utilización de la capacidad instalada.
- El uso del método del mejoramiento continuo de Chase Aquilano (Chase Aquilano & Jacobs, 2014) es efectivo para determinar la capacidad actual de planta y es ajustable a empresas afines al caso de estudio de esta investigación
- El método Systematic Layout Planning - SLP es un modelo estándar que responde al pensamiento sistémico y holístico practicado en estos tiempos modernos utilizando un solo procedimiento para diversos tipos de distribuciones de planta, lo cual es apropiado para integrar los procesos de las empresas.

8. LISTA DE REFERENCIAS

- 690-2, n. I. (2005). *MANUAL PARA REDACTAR CITAS BIBLIOGRAFICAS*. Santiago: Bibliotecas Duoc.
- Aguilar, A. L. (Mayo de 2015). Propuesta de redistribucion de planta en Produccion . *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO*, 2-8.
- Bazalar, E. A. (2011). Producción de calzado en Trujillo. <https://lsbow.wordpress.com/2011/10/14/produccion-de-calzado-en-trujillo-peru/>, 01.
- Cabanilas, M. M. (2004). DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE UNA EMPRESA TEXTIL. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 23,27,48,50,66,68,73.
- Castro, L. A. (2002). La industria del calzado de Trujillo. *Atlas ambiental de la ciudad de Trujillo*, 23-24. Obtenido de <http://www4.congreso.gob.pe/congresista/2001/lalva/publicacion/LibroIndustriadelcalzado.pdf>
- Chase Aquilano, R., & Jacobs, R. (2014). *Administracion de Operaciones*. Mexico: McGraw-HILL Education.
- eltiempo.com. (2013). Zapatos Peru en Trujillo. *Zapatos Peru*, 12.
- Escudero, J. C. (2011). DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA INCALSID PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CALZADO. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*, 19,62,87,107.
- Garrido, J. J. (20 de abril de 2013). El calzado peruano pisa fuerte. *Peru 21* , pág. 01.
- Giachetti, R. E. (2010). *Design of Enterprise Systems*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Heizer, B. R. (2009). *Principios de Administracion de Operaciones*. Mexico: Pearson Educacion - Septima edicion.
- INEI, I. N. (2015). Fabricacion de cuero y calzado. *Compendio Estadístico Perú 2015*, 1082.
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigacion de Mercados* (5ta Edicion ed.). Georgia: PEARSON EDUCACIÓN.
- Manchego, D. J. (2015). DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE UNA FÁBRICA DE MUEBLES DE MADERA Y PROPUESTA DE NUEVAS POLÍTICAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ*, 2,15,20.
- Martinez, Y. J. (2006). ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATES Y GALLETAS. *Escuela Superior Politecnica del Litoral* , 195-206.
- Mexico, A. d. (2014). La Industria del Calzado. *APIMEX*, 32.

- Muther, R. (1983). *Distribucion en Planta*. Boston: Hispano Europea.
- Muther, R. (2004). FACILITIES LAYOUT AND DESIGN. En Maynard, *Maynard's Industrial Engineering Handbook* (Fifth Edition ed., págs. 1210-1251). Boston: Mc Graw Hill.
- Niebel, B. W. (2009). *Ingenieria Industrial: Metodos, Estandares y Diseño de Trabajo* (duodécima ed.). Pennsylvania: Mc Graw Hill.
- Produccion, M. d. (2015). Sector MYpe e industria. *Boletin Estadistico Mensual*.
- Roca, V. d. (2016). Industria del calzado en La Libertad está en caída. *Cámara de Comercio y Producción de La Libertad*, 12.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodologia de la Investigacion* (sexta ed.). Mexico DF: McGRAW-HILL.

9. ANEXOS

Tabla 23: Porcentaje de movimiento de materiales por tipo de empresa

Porcentaje Típico de Recorrido				
		8.2%	11%	13.5%
	Und	N° Cargas	N° Cargas	N° Cargas
Trabajo en cadena con transportador	mes	<210	>=210	>300
Textil – Hilado	semana	<36	>=36	>50
Textil – Tejido	semana	<60	>=60	>80
Textil	semana	<25	>=25	>43
Joyería	semana	<12	>=12	>30
Pequeña Mecánica	mes	<120	>=120	>197
Industria Mecánica	mes	<82	>=82	>110
Industria Alimentaria	mes	<70	>=70	>110

Fuente: ASOCIACIÓN DE EMPRESAS PROVEEDORAS INDUSTRIALES DE MÉXICO (APIMEX) 2014

Donde el promedio de número de movimiento de cargas entre áreas de trabajo es de 52.6 veces a la semana.

Tabla 24: Promedio de cargas entre departamentos

Departamento	Numero de cargas por semana						
	almacen (1)	corte (2)	desbaste (3)	perfilado (4)	armado (5)	alistado (6)	almacen II (7)
almacen (1)		80	30	-	40	-	-
corte (2)			70	90	-	5	-
desbaste (3)				120	10	4	-
perfilado (4)					75	10	-
armado (5)						100	-
alistado (6)							50
almacen II (7)							
						promedio	52.6

Fuente: elaboración propia

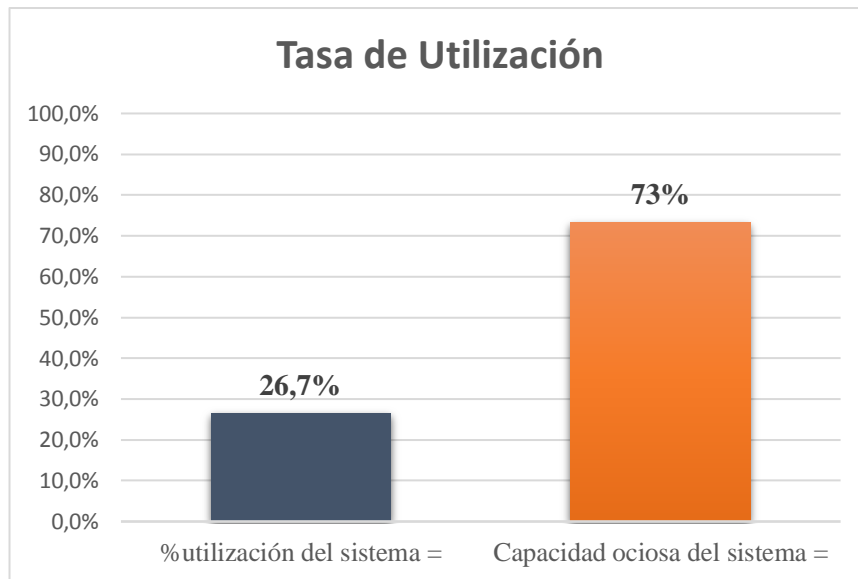


Ilustración 09: Porcentaje de utilización del sistema

Fuente: elaboración propia

Tabla 25: Guía de Entrevista

Aspectos generales para todas las entrevistas

- o Persona evaluada
- o Nombre del puesto
- o Puesto del Jefe inmediato
- o Descripción de las actividades diarias del puesto
- o Número de personas que realizan el trabajo
- o Actividades periódicas
- o Actividades eventuales (número de cargas)
- o ¿Cómo maneja las cargas?
- o ¿Con que frecuencia realiza las cargas de su área al área de procedencia?
- o ¿Cómo considera el trabajo?

Tabla 26: Guía de Observación

1. MATERIAL	SI	A VECES	NO
a) Alto porcentaje de piezas rechazadas			
b) Grandes cantidades de piezas averiadas, estropeadas o destruidas en proceso, pero no en las operaciones productivas			
c) Entregas interdepartamentales lentas			
d) Artículos voluminosos, pesados o costosos, movidos a mayores distancias que otros más pequeños, más ligeros o menos caros			
e) Material que se extravía o que pierde su identificación			
f) Tiempo excesivamente prolongado de permanencia del material en proceso, en comparación con el tiempo real de operación			

2. MAQUINARIA	SI	A VECES	NO
a) Maquinaria inactiva			
b) Muchas averías de maquinaria			
c) Maquinaria anticuada			
d) Equipo que causa excesiva vibración, ruido, suciedad, vapores			
e) Equipo demasiado largo, alto, ancho o pesado para su ubicación			
f) Maquinaria y equipo inaccesibles			

3. MANO DE OBRA	SI	A VECES	NO
a) Condiciones de trabajo poco seguras o elevada proporción de accidentes			
b) Área que no se ajusta a los reglamentos de seguridad, de edificación o contra incendios			
c) Quejas sobre condiciones de trabajo incómodas			
d) Excesiva rotación de personal			
e) Obreros de pie, ociosos o paseando gran parte de su tiempo			
f) Equívocos entre operarios y personal de servicios			
g) Trabajadores cualificados pasando gran parte de su tiempo realizando operaciones de servicio (mantenimiento)			

4. MOVIMIENTO DE MATERIALES	SI	A VECES	NO
a) Retrocesos y cruces en la circulación de los materiales			
b) Operarios cualificados realizando operaciones de movimiento de cargas			
c) Gran proporción del tiempo invertido en recoger y dejar materiales o piezas			
d) Frecuentes acarreos y levantamientos a mano			
e) Frecuentes movimientos de levantamiento y traslado que implican esfuerzo			
f) Operarios esperando a sincronizarse con el equipo de manejo			
g) Traslados de larga distancia y demasiado frecuentes			
h) Equipamiento de manutención ocioso			
j) Congestión en los pasillos, excesivas transferencias			

5. ESPERA ALMACENAMIENTO	SI	A VECES	NO
a) Se observan grandes cantidades de almacenamiento de todas clases			
b) Gran número de material en proceso esperando			
c) Confusión, congestión, zonas de almacenaje indefinidas o muelles de recepción y embarque colapsados			
d) Operarios esperando material en almacenes o en los puestos de trabajo			
e) Poco aprovechamiento en altura de las áreas de almacenaje			
f) Materiales dañados o mermados en las áreas de almacenamiento			
g) Elementos de almacenamiento inseguros o inadecuados			
h) Manejo excesivo en las áreas de almacén o repetición de las operaciones de almacenamiento			
j) Frecuentes errores en los inventarios			
k) Elevados costos en demoras y esperas			

Tabla 27: Sueldos por proceso

TRABAJADORES				
Departamento	N° colaboradores	Casual (S/. / doc)		Vestir (S/. / doc)
Corte	1	S/. 8.00		S/. 13.00
Desbaste	1	S/. 2.50		S/. 2.50
Perfilado	3	S/. 25.00		S/. 54.00
Armado	4	S/. 40.00		S/. 100.00
Alistado	1	S/. 6.00		S/. 14.00

Tabla 28: Producción Anual

Mar-16	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	10	12	10	8	8	48
Semana 2	8	12	8	8	10	46
Semana 3	8	12	10	10	6	46
Semana 4	10	10	6	6	8	40
Total	36	46	34	32	32	180

Set-16	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	8	10	6	8	4	36
Semana 2	10	12	6	8	4	40
Semana 3	12	10	6	6	4	38
Semana 4	10	8	4	4	4	30
Total	40	40	22	26	16	144

Abr-16	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	10	12	10	10	8	50
Semana 2	10	10	8	10	8	46
Semana 3	8	10	6	6	6	36
Semana 4	10	12	6	6	6	40
Total	38	44	30	32	28	172

Oct-16	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	10	8	6	12	4	40
Semana 2	6	14	6	6	8	40
Semana 3	12	8	6	6	4	36
Semana 4	8	8	6	6	4	32
Total	36	38	24	30	20	148

May-16	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	10	12	10	6	8	46
Semana 2	10	12	8	8	6	44
Semana 3	6	12	6	10	8	42
Semana 4	6	10	6	8	4	34
Total	32	46	30	32	26	166

Nov-16	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	8	10	6	12	6	42
Semana 2	8	10	6	8	6	38
Semana 3	10	12	4	8	8	42
Semana 4	6	8	6	4	8	32
Total	32	40	22	32	28	154

Jun-16	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	12	14	6	10	6	48
Semana 2	8	8	6	8	6	36
Semana 3	10	12	10	6	4	42
Semana 4	8	10	6	6	8	38
Total	38	44	28	30	24	164

Dic-16	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	14	10	4	6	8	42
Semana 2	12	10	4	8	4	38
Semana 3	8	10	4	8	4	34
Semana 4	10	12	4	6	4	36
Total	44	42	16	28	20	150

Jul-16	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	10	16	10	10	8	54
Semana 2	10	8	10	10	6	44
Semana 3	8	10	6	8	6	38
Semana 4	8	6	4	4	8	30
Total	36	40	30	32	28	166

Ene-17	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	8	12	8	12	4	44
Semana 2	10	12	6	6	6	40
Semana 3	4	10	4	8	6	32
Semana 4	4	14	6	4	4	32
Total	26	48	24	30	20	148

Ago-16	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	10	10	14	8	6	48
Semana 2	10	12	8	6	8	44
Semana 3	10	8	8	8	8	42
Semana 4	8	8	6	8	4	34
Total	38	38	36	30	26	168

Feb-17	Cantidad (doc/sem)					Total
Tipo	vestir	casual	mocasin	balerina	zapatilla	doc/sem
Semana 1	10	12	6	8	8	44
Semana 2	12	10	10	10	6	48
Semana 3	10	8	6	8	6	38
Semana 4	10	8	6	6	8	38
Total	42	38	28	32	28	168

PROMEDIO	160
----------	-----