

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA REDUCIR LOS
COSTOS DE MANEJO DE MATERIALES EN EL PROCESO
PRODUCTIVO DE CALZADO DE LA EMPRESA MIL PIES”**

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

Línea de investigación:

Optimización de la Producción

Autores:

Br. Jiménez Calderón Daniela Alejandra

Br. Tirado Acevedo Doris Caroline

Asesor:

Dr. Müller Solón José Antonio

TRUJILLO – PERÚ

2019

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por **Br. Jiménez Calderón, Daniela Alejandra** y **Br. Tirado Acevedo, Doris Caroline**; denominada:

**“DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA REDUCIR LOS
COSTOS DE MANEJO DE MATERIALES EN EL PROCESO
PRODUCTIVO DE CALZADO DE LA EMPRESA MIL PIES”**

ING. MANUEL URCIA CRUZ
PRESIDENTE
CIP: 27703

ING. ELENA URRACA VERGARA
SECRETARIA
CIP: 59953

ING. LILY MARGOT VILLAR TIRAVANTTI
VOCAL
CIP: 55429

ING. JOSE ANTONIO MULLER SOLON
ASESOR
CIP: 41187

DEDICATORIA

A Dios: Por haberme permitido llegar sana hasta este punto en mi vida, y por haberme regalado las bendiciones que hoy tengo.

A mis padres: Por el apoyo en todo momento, por sus consejos, sus valores y su cuidado, en reconocimiento a su sacrificio para que yo pueda estudiar.

Al amor de mi vida: Por ser mi compañero inseparable, por sus palabras de aliento, su infinito cuidado, amor y consejos. Te amo gatito.

Daniela Jiménez Calderón

A mis padres: Les agradezco el apoyo incondicional, por la fuerza que me dan cada día para ser mejor e impulsarme a seguir logrando cada éxito, que para ustedes es una satisfacción. Los amo con todo mi corazón siempre serán una razón para mí, lograr esta meta con su apoyo. Siempre tendré la herencia más valiosa que pude recibir de ustedes.

A mi hermana: Te agradezco por ser mi compañera y sentir esa sensación de satisfacción de saber que nuestras metas se están logrando, por regalarme una sobrinita muy hermosa y que será motivo de felicidad en cada ocasión.

A mi tía: Por ser mi segunda madre y apoyarme en todo. Te agradezco porque siempre me has dado tus mejores consejos. Tengo un gran respeto por ti porque eres mi tía favorita que siempre ha estado guiando mis pasos y preocupándose por mi felicidad”

A mi mejor amiga: Por siempre acompañarme en los momentos más importantes de mi vida, a pesar que nos distanciamos a veces por circunstancias que nos pone el trabajo o estudios siempre estamos contándonos todo. Te quiero

Caroline Tirado Acevedo

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad proponer un diseño de distribución de planta, que disminuya el costo de manejo de materiales en el proceso productivo del calzado para damas en la empresa Mil Pies.

La realización del estudio, empieza a partir del análisis de la situación actual de la empresa, de modo que se pueda extraer oportunidades de mejora que permita la realización del objetivo principal: reducir los costos de manejo de materiales.

A partir de la información recolectada, se evaluó realizar una mejora en el diseño de planta, haciendo uso de la metodología SLP, que dentro de sus fases abarca el desarrollo del método de Guerchet; para conocer los espacios necesarios para las áreas y el diagrama relacional.

Los resultados obtenidos con la propuesta de diseño, permitió reducir las distancias recorridas, el tiempo del traslado de materiales y el costo que representa movilizarlos y al compararlo con la distribución actual, se obtuvo una reducción de los costos equivalente al 35,02%, la cual genera un eficiente resultado de mejora para el proceso de fabricación de calzado.

PALABRAS CLAVES: costo de manejo de materiales, diseño de distribución de planta, SLP, método Guerchet

ABSTRACT

The purpose of this research work is to propose a design for plant distribution that reduces the cost of handling materials in the productive process of footwear for ladies at the company Mil Pies.

The realization of the study, begins from the analysis of the current situation of the company, so that it can extract opportunities for improvement that allows the realization of the main objective: reduce the costs of material handling.

Based on the information collected, an improvement was made in the design of the plant, making use of the SLP methodology, which in its phases covers the development of the Guerchet method; to know the necessary spaces for the areas and the relational diagram.

The results obtained with the proposed design, allowed to reduce the distance traveled, the time of the transfer of materials and the cost that represents mobile them to compare it with the current distribution, there was a reduction of costs equivalent to 35,02% which generates an efficient result of improvement to the process of manufacture of footwear.

KEYWORDS: material handling cost, plant layout design, SLP methodology, Guerchet method

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE	v
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática:	1
1.2. Formulación del problema:	3
1.3. Objetivos:	3
1.3.1. Objetivo General:	3
1.3.2. Objetivos Específicos:	3
1.4. Justificación:	3
II. Fundamentación teórica:	4
2.1. Antecedentes de la Investigación:	4
2.2. Marco teórico:.....	6
2.2.1. Diseño de planta:	6
2.2.2. Objetivos de la distribución de planta:	7
2.2.3. Principios de la distribución de planta:	8
2.2.4. Tipos de distribución de planta	9
2.2.5. Diagrama de recorrido:	11
2.2.6. Planeación sistemática de la distribución:	11
2.2.7. Costo de manejo de materiales:	16
2.3. Marco Conceptual:	17
2.3.1. Diseño de planta:	17
2.3.2. Distancias recorridas:	17
2.3.3. Número de cargas:	17
2.3.4. Costo de manejo de material:	17
2.3.5. Diagrama de relaciones:.....	17
2.4. Hipótesis:.....	18
2.5. Variables:.....	18
2.5.1. Variable Independiente:.....	18
2.5.2. Variable Dependiente:	18
2.5.3. Operacionalización de las variables:	18
III. Metodología:	20
3.1. Tipo y nivel de investigación:	20

3.1.1. Tipo:.....	20
3.1.2. Nivel de Investigación:	20
3.1.3. Diseño de investigación:.....	20
3.2. Población y muestra:.....	20
3.2.1. Población:.....	20
3.2.2. Muestra:	20
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	21
3.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos:	22
IV. Resultados:	23
4.1 Para el cumplimiento del objetivo N°1: “Realizar un diagnóstico de la distribución de la planta actual, determinar el tiempo de las distancias recorridas de una estación a otra, así como los costos de manejo de materiales”, se realizó:	23
4.1.1. Distribución de planta actual:	23
4.1.2. Resultados de la encuesta del diagnóstico para proponer cambios en la distribución de una planta:	25
4.1.3. Identificación de las causas que influenciaron en el costo de manejo de materiales:	27
4.1.4. Identificación de las principales causas que influenciaron en el costo de manejo de materiales:.....	27
4.1.5. Diagrama de análisis del proceso:.....	31
4.1.6. Estudio de tiempos para las distancias recorridas en el proceso productivo de fabricación de calzado de vestir para damas:	34
4.1.7. Matriz distancia, tiempo y costo	36
4.2 Para el cumplimiento del objetivo N°2: “Elaborar una propuesta de un nuevo diseño y distribución de planta óptimo para la empresa”:	38
4.2.1. Fase I: Localización:	38
4.2.2. Fase II: Distribución General:	39
4.2.3. Fase III: Distribución Detallada.....	42
4.3 Para el cumplimiento del objetivo N°3: “Determinar el porcentaje de reducción del costo de manejo de materiales con el nuevo diseño de distribución de planta”, se procedió a realizar:.....	46
4.3.1. Matriz distancia, tiempo y costo	49
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	56
Anexos:	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Costos de elaboración de zapato	2
Tabla N° 2. Evaluación para proponer cambios en la distribución de planta.....	26
Tabla N° 3. Incidencias de las causas que generan elevado costo de manejo de materiales en la empresa Mil Pies	28
Tabla N° 4. Clasificación ABC de las causas que influenciaron en el costo de manejo de materiales	30
Tabla N° 5. Hoja de observación de los tiempos de las distancias recorridas en el proceso productivo de calzado.....	35
Tabla N° 6. Áreas en la planta de producción de la empresa Mil Pies.....	36
Tabla N° 7. Matriz de distancia por docena de calzado para dama.....	36
Tabla N° 8. Matriz de tiempo por docena de calzado para dama	37
Tabla N° 9. Matriz de costo por minuto trabajado	37
Tabla N° 10. Matriz costo total	38
Tabla N° 11. Estimación de área teórica del almacén de materia prima	39
Tabla N° 12. Estimación de área teórica del área de corte	39
Tabla N° 13. Estimación de área teórica del área de perfilado	40
Tabla N° 14. Estimación de área teórica del área de armado	40
Tabla N° 15. Estimación de área teórica del área de alistado	40
Tabla N° 16. Estimación de área teórica del almacén de producto terminado	41
Tabla N° 17. Estimación de área teórica del área de despacho	41
Tabla N° 18. Resumen de m^2 por área	42
Tabla N° 19. Código de razón	43
Tabla N° 20. Tabla relacional de Actividades.....	43
Tabla N° 21. Diagrama Relacional de Espacios.....	45
Tabla N° 22. Hoja de observación de los tiempos de las distancias recorridas en el proceso productivo de calzado.....	48
Tabla N° 23. Matriz de distancia por docena de calzado de vestir para dama	49
Tabla N° 24. Matriz de tiempo por docena de calzado de vestir para dama	49
Tabla N° 25. Matriz de costo por minuto trabajado	50
Tabla N° 26. Matriz costo total	50
Tabla N° 27. Comparación de costos entre la distribución actual y propuesta	51
Tabla N° 28. Diagnóstico para proponer cambios en la distribución de una planta.....	60
Tabla N° 29. Calificación del operario por el método de evaluación WestingHouse	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Gráfica de relaciones	13
Figura N° 2. Diagrama de relaciones	14
Figura N° 3. Relación de espacio (m^2) para las áreas de proceso.	15
Figura N° 4. Relación entre departamentos con superficie en (m^2) de relación de espacios.....	15
Figura N° 5. Diagrama de bloques, dimensiones de las áreas de trabajo y flujo del proceso con un diagrama de recorrido.....	16
Figura N° 6. Plano del primer piso de la empresa "Mil Pies"	23
Figura N° 7. Plano del segundo piso de la empresa "Mil Pies"	24
Figura N° 8. Plano del tercer piso de la empresa "Mil Pies"	25
Figura N° 9. Diagrama de Ishikawa de la empresa Mil Pies.....	27
Figura N° 10. Diagrama de Pareto	30
Figura N° 11. Diagrama de análisis del proceso	32
Figura N° 12. Diagrama de recorrido	33
Figura N° 13. Diagrama relacional de actividades y recorrido	44
Figura N° 14. Diagrama relacional de espacios	45
Figura N° 15. Diagrama de relación entre departamentos	46
Figura N° 16. Demanda Anual	47
Figura N° 17. Crecimiento de la manufactura no primaria por tipo de bienes (variaciones porcentuales reales).....	58
Figura N° 18. Suplementos expuestos por la OIT	64

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática:

Las condiciones actuales de la globalización exigen cambios dinámicos en las organizaciones productivas y por esta razón sus procesos deben responder a las estrategias que demanda el mercado, la rapidez en la entrega de bienes o servicios, la cantidad por entregar, la diversificación de productos, los estándares de calidad y los costos adecuados.

Estas respuestas deben estar enlazadas a las plantas de operación o producción donde se generan los bienes o servicios. Por lo tanto, se deben tener en cuenta las dimensiones generales de las diferentes áreas de producción, entre otros espacios requeridos por una planta, para integrar equilibradamente los principales elementos que participan en procesos administrativos, productivos o comerciales.

El mercado de calzados en el Perú se caracteriza por ser bastante competitivo, con participación de variadas marcas nacionales y extranjeras. *“Perú es el cuarto mayor productor de calzado de América del Sur con más de 50 millones de pares al año, por eso es considerado un país estratégico y figura entre los 20 principales destinos de las exportaciones.”* (Diario Gestión, 2017).

Desde el año 2015 hasta el año 2017, las exportaciones peruanas de calzado en el sector manufacturero se han incrementado significativamente (Ver Anexo N°1), llegando a representar un escenario favorable para las empresas brasileñas de materiales y componentes de la industria cuero-calzado, ya que en el 2016 se reportaron transacciones comerciales entre ambos países en este sector específico por más de US\$5.2 millones.

En el distrito el Porvenir la mayoría de Pymes trabajan en viviendas acondicionadas para la fabricación del calzado. La empresa a investigar no es la excepción. Calzado “Mil Pies” opera en el distrito de El Porvenir y viene operando por espacio de 7 años. Cuenta con 6 máquinas entre las cuáles se tienen: 2 máquinas de coser, 1 conformadora, 1 fresadora, 1 rematadora y 1 devastadora.

Se realizó una entrevista a la empresa Mil Pies aplicando una encuesta (Ver anexo 3) del cual terminó por concluirse que la empresa se encuentra con una deficiente distribución por la cual urge realizar un cambio en sus instalaciones (Ver tabla N°2).

Tomando como problema el elevado costo de manejo de materiales, de aproximadamente S/ 1044.00 por mes como se observa en la tabla N°1, se realizó un diagrama de Ishikawa para determinar las causas de este, siendo la inadecuada distribución de los puestos de trabajo, saturación de espacios físicos y largas distancias recorridas que conllevan a un prolongado tiempo improductivo generando sobrecostos (ver figura 9).

La inadecuada distribución de planta tiene participación del 21.13%, largas distancias recorridas 20.62%, espacio reducido con 20.10% y excesivo número de trabajadores con 19.59% lo que genera que el 81.44% se originan en el 18.56% de todos los elementos, infiriendo así la importancia de poner prioridad en ellos (Ver figura 10).

Tabla N° 1.
Costos de elaboración de zapato

Año	Producción anual (doc.)	Costo de elaboración (S/.)	Costo de manejo de materiales (S/.)	Costo de producción	% participación
2013	1432	313.11	572.80	37364.44	1.53%
2014	1680	312.28	700.00	43719.20	1.60%
2015	1824	311.74	788.88	47384.48	1.66%
2016	2016	306.80	890.40	51542.40	1.73%
2017	2160	301.30	1044.00	54234.00	1.92%

Nota: Esta fuente de información es un formato extraído de la empresa Mil Pies, en el que se detalla la cantidad producida por año, los costos de elaboración y costos de manejo de materiales del periodo 2013 a 2017. Viéndose un incremento considerable en el año 2017.

1.2. Formulación del problema:

¿En qué medida el diseño y distribución de planta reducirá los costos de manejo de materiales en el proceso productivo de calzado de la empresa Mil Pies?

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo General:

- Elaborar el diseño y distribución de planta para reducir los costos de manejo de materiales en la empresa de calzado para damas Mil Pies.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Realizar un diagnóstico de la distribución de la planta actual, determinar el tiempo de las distancias recorridas de una estación a otra, así como los costos de manejo de materiales.
- Elaborar una propuesta de un nuevo diseño y distribución de planta óptimo para la empresa.
- Determinar el porcentaje de reducción del costo de manejo de materiales con el nuevo diseño de distribución de planta.

1.4. Justificación:

El presente trabajo propondrá a la empresa una mejor alternativa de diseño de distribución de planta, ya que no se cuenta con un adecuado espacio para trasladarse de una estación a otra ni tampoco con una adecuada estación de trabajo, por la ineficiente distribución y planificación la cual pretende lograr la reducción de las distancias recorridas, disminuyendo sus costos de manejo de materiales y así mismo brindar al trabajador condiciones adecuadas de trabajo, seguridad, buen clima laboral y mejor desempeño en sus funciones.

II. Fundamentación teórica:

2.1. Antecedentes de la Investigación:

- (Arciniegas Limongi, 2012) sobre *“Propuesta de rediseño de layout y mejoramiento en el flujo de materiales en el área de producción de la empresa de calzado Fame S.A.”* concluyó que, mediante el levantamiento de proceso y conversaciones con la administración, se identificaron problemas en el tiempo de recorrido del flujo de material a través de las instalaciones de la planta de calzado FAME. Haciendo un análisis sobre las causas de este problema, se determinó que el principal motivo se debe a la distribución de las estaciones dentro de la planta. Se analizó el estado actual de la planta calculando los costos de traslado del material, las distancias respectivas y el flujo de material, que evidenció problemas en la planta. Utilizándose el procedimiento SLP para diseñar una propuesta de mejora, este se basa en cambiar la distribución en base a los datos iniciales de flujo de materiales. Después de realizar los cambios respectivos, se obtuvo un costo basándose en las nuevas distancias, el cual fue de \$31 400. La nueva distribución consigue un costo menor que el actual y su eficiencia es de 34,11%.

La investigación aportó a nuestro estudio el desarrollo de la metodología SLP para diseñar una nueva distribución de planta.

- Alva Manchego & Paredes Cotohuanca, (2014) en su investigación *“Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios”* propuso incrementar la capacidad de producción de la empresa en estudio a través del diseño de una nueva distribución de planta y el planteamiento de nuevas políticas para la gestión de inventarios que permitan mantener un óptimo nivel de inventarios, para lo cual se desarrolló en conjunto la elaboración y análisis de las curvas de intercambio que permitió definir parámetros para una óptima política de gestión de inventarios, y una nueva distribución de planta, para esta última se aplicó la metodología del Planeamiento Sistemático de la Distribución (PSD). Concluyéndose respecto a la distribución de planta que al lograr reducir los recorridos innecesarios, esperas por dificultad en el transporte y almacenamiento, falta de espacios, retrocesos y otros, se logró reducir los

tiempos muertos y en consecuencia alcanzar una utilización esperada de 87%, 11 % mayor a la actual.

Esta valiosa investigación aporta a la nuestra, la utilización de la metodología PSD para la nueva distribución de planta que se propondrá a la empresa en estudio “Mil Pies”.

- Gonzales & Tineo, (2015) en su investigación “*Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa hilados Richards S.A.C – Chiclayo 2015*” propuso elaborar una redistribución de planta en el área de producción para mejorar la productividad de la empresa de fabricación de madejas de lana e hilos de tejer, para lo cual se basó en el método de Guerchet, determinando el área que se necesitó para que las máquinas se encuentren en una ubicación adecuada con todos los espacios necesarios para el desplazamiento. Además, se hizo uso del diagrama relacional para ver el recorrido de las actividades.

Gracias a lo señalado anteriormente se obtuvo como resultado que la productividad antes de la propuesta era de 986 segundos y después de aplicarla fue de 746 segundos.

La presente investigación aportó a nuestro estudio el determinar el espacio de las áreas necesarias para una adecuada distribución de planta basado en el método de Guerchet.

- Caballero & Galindo, (2017) investigaron una “*Propuesta de un diseño de redistribución de planta para reducir los costos de manejo de material en la empresa de calzado Ronaldo S.A.C.*”, en donde se propuso reducir los costos de manejo de material a través del diseño de una nueva distribución de planta, para lo cual se eligió tres herramientas diferentes que al utilizarlas permitió conocerse a la mejor; entre ellas están el método de relaciones, método de carga- distancia, método costo-cargas. La investigación llegó al resultado de que la propuesta de redistribución permitió a la empresa tener ahorros monetarios de hasta S/430 mensuales, lo que es beneficioso para ella ya que le permitirá aumentar su rentabilidad.

El principal aporte al trabajo de investigación es la utilización del método de costos – cargas que contribuyeron al análisis de los costos de manejo de materiales en la empresa del presente estudio.

- Medina & Meregildo, (2018) en su investigación “*Diseño y distribución de planta en la empresa textil Wilmer Sport SRL. de la ciudad de Trujillo*” se propuso reducir los costos de manejo de materiales mediante el diseño y distribución de planta, para lo cual se utilizó un algoritmo empleando el lenguaje de programación PHP en LocalHost, pudiéndose realizar las distribuciones que dieron un total de 720 permutaciones, de las cuáles solo se llegaron a tomar en consideración las 6 primeras y 6 últimas, ya que las distribuciones medias tuvieron costos similares. Para la distribución actual, se obtuvieron los siguientes resultados: Distancia total= $45154.4 + 21462.4 + 9954.6 = 76571.5$ m y Costos de Manejo de Material= $76571.5 (0.16) = S/12,251.44$. Para la propuesta de distribución N°1 y distribución óptima, se obtuvieron los siguientes resultados: *Distancia Total* = $13,114.43 + 6,275.51 + 2,916.92 = 22,306.86$ y *Costo de Manejo de Material*= $22,306.86 \times 0.16 = S/ 3569.1$. Por lo que se obtiene una reducción de costos de manejo de materiales del 70.87% en comparación con la distribución actual de la empresa.

La investigación aportó a nuestro estudio los conceptos del costo de manejo de materiales para calcularlo con la distribución actual y post diseño, a fin de diagnosticar el porcentaje de reducción.

2.2. Marco teórico:

2.2.1. Diseño de planta:

Platas & Cervantes, (2014) afirman lo siguiente: La **distribución de planta** es la técnica de ingeniería industrial que estudia la colocación física ordenada de los medios industriales, como el movimiento de materiales, equipo, trabajadores, espacio requerido para el movimiento de materiales y su almacenamiento, además del espacio necesario para la mano de obra indirecta y todas las actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller.

El término distribución de planta significa el replanteamiento de la disposición existente, el nuevo plan propuesto de distribución o el trabajo de hacer una distribución de planta. Por tanto, una distribución de planta puede entenderse como el trabajo en una instalación existente, un proyecto o una tarea.

Planear una distribución de planta da como resultado el uso adecuado de los recursos existentes, ya sea espacio, mano de obra, maquinaria o equipo, así como los servicios auxiliares, con lo que se asegura la eficiencia y seguridad necesarias en un ambiente de trabajo.

2.2.2. Objetivos de la distribución de planta:

La meta primordial de la distribución de planta es lograr un orden en las áreas de trabajo y que el equipo resulte económico para la empresa y, al mismo tiempo, seguro y satisfactorio para los empleados. Los objetivos de la distribución de planta son los siguientes:

1. Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores: Se refiere a la eliminación de las herramientas en los pasillos, los pasos peligrosos, la posibilidad de resbalar, los lugares insalubres y la mala ventilación, entre otros riesgos.

2. Elevación de la moral y satisfacción del obrero: Se refiere a la mejora en la iluminación al eliminar las sombras en el lugar de trabajo y las áreas verdes.

3. Incremento de la producción: Aun cuando existan tiempos ociosos y retrasos, la disminución de número de horas del proceso aumenta la productividad.

4. Disminución en los retrasos de la producción: Al equilibrar las operaciones se evita que los materiales, los hombres y las máquinas tengan que esperar para llevar a cabo su labor. Debe buscarse que la pieza no toque jamás el suelo; es decir, que lo que se produce debe fluir por el equipo de manejo de materiales al siguiente proceso, con el fin de evitar inventarios temporales.

5. Optimización del uso del espacio para las distintas áreas: Con la disminución de las distancias de recorrido y la mejora en la distribución de los pasillos, almacenes, equipo y hombres, se aprovecha más el espacio; al utilizar varios niveles se obtienen ahorros en las superficies.

6. Reducción del manejo de materiales: Al agrupar el equipo por proceso y operaciones, se acortan las distancias.

7. Maximización del uso de maquinaria, mano de obra y/o servicios: Si la mano de obra es costosa, debe emplearse mejor su tiempo. En cambio, si la mano

de obra es barata, pero el equipo y los materiales son costosos, entonces se debe buscar el mejor aprovechamiento de estos.

8. Reducción del material en proceso: Al haber una secuencia lógica y disminuir las distancias, el material permanece menos tiempo en el proceso y se logra la disminución de las demoras.

9. Acortamiento del tiempo de fabricación: Al disminuir las distancias, las demoras y los almacenamientos innecesarios, el producto está listo para la venta en menos tiempo. Siempre debe procurarse eliminar los almacenamientos intermedios para obligar al flujo continuo del material.

10. Reducción del trabajo administrativo e indirecto en general: Si el proceso sigue un flujo bien determinado, se puede reducir la preparación de órdenes y de programas. Al disminuirse los acarreo y las operaciones inútiles, se disminuye el trabajo indirecto.

11. Supervisión fácil y efectiva: Se refiere a aumentar el área de visión, con lo que es posible determinar con facilidad en qué punto del proceso se produce un retardo.

12. Disminución de la congestión o confusión: Al evitar los retrasos y los cruces de procesos, también se elimina la confusión y se tiene el espacio adecuado para cada operación.

13. Reducción del riesgo por la calidad del material: Es importante separar las operaciones delicadas de las que puedan causar daños, como las que producen vapores, gases, polvos, vibraciones.

14. Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones: Al prever las ampliaciones, los aumentos de demanda o las reducciones del mercado, se eliminan los inconvenientes de las expansiones o disminuciones de la planta.

2.2.3. Principios de la distribución de planta:

Una buena distribución en planta debe cumplir con seis principios:

- Principio de la Integración de conjunto: La mejor distribución es la que integra todas las actividades, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas las partes.
- Principio de la mínima distancia recorrida: La mejor distribución será la que

permita mover el material con las distancias más cortas.

- Principio de la circulación o flujo de materiales: Será la mejor distribución o proceso que esté en el mismo orden a secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.
- Principio de espacio cúbico: La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad: A igual de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.
- Principio de la flexibilidad: A igual de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes (2014:71).

2.2.4. Tipos de distribución de planta

Para Heizer & Render, (2009) las decisiones de distribución incluyen la mejor colocación de máquinas (en situaciones de producción), oficinas y escritorios (en casos de oficina), o centros de servicio (en entornos de hospitales o tiendas departamentales). 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. En este capítulo analizaremos siete de ellos:

2.2.4.1. Distribución de posición fija:

En la distribución de posición fija, el proyecto permanece en un lugar y los trabajadores y el equipo llegan a esa área de trabajo. Ejemplos de este tipo de proyecto son un barco, una carretera, un puente, una casa y una mesa de operaciones en un quirófano. Las técnicas para enfrentar los problemas de distribución de posición fija no están bien desarrolladas y se complican por tres factores. Primero, existe un espacio limitado en casi todos los sitios. Segundo, en las diferentes etapas de un proyecto se necesitan distintos materiales; por lo tanto, artículos distintos se vuelven críticos a medida que el proyecto avanza. Tercero, el volumen de los materiales necesarios es dinámico. Por ejemplo, la tasa de uso de paneles de acero para construir el casco de un barco cambia al avanzar el proyecto.

2.2.4.2. Distribución de oficinas:

La distribución de oficinas requiere el agrupamiento de trabajadores, equipos y espacios para proporcionar comodidad, seguridad y movimiento de la información. La distinción principal de las distribuciones de oficina es la importancia que se le da al flujo de información. Estas distribuciones están en flujo constante a medida que el cambio tecnológico altera la manera en que funcionan las oficinas.

2.2.4.3. Distribución de tiendas:

La distribución de tiendas al menudeo se basa en la idea de que las ventas y la rentabilidad varían directamente con la exposición del cliente a los productos. Así, en las tiendas, la mayoría de los administradores de operaciones tratan de exponer a los clientes al mayor número de productos posible.

2.2.4.4. Distribución orientada al proceso:

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.

2.2.4.5. Distribución orientada al producto:

Chase, Robert & Aquilano (2009) indican que: *“El término línea de ensamble se refiere a un ensamble progresivo que está ligado por algún tipo de aparato que maneja los materiales. El supuesto común es que los pasos siguen alguna forma de ritmo y que el tiempo*

permitido para el procesamiento es el mismo en todas las estaciones de trabajo. Dentro de esta definición general, existen importantes diferencias entre tipos de líneas. Algunas de ellas son los aparatos que manejan materiales (bandas o rodillos transportadores, grúa aérea), la configuración de la línea (en forma de U, recta, con ramificaciones), pasos rítmicos (mecánico, humano), la mezcla de productos (un producto o muchos), las características de la estación de trabajo (los trabajadores pueden estar sentados, de pie, caminar con la línea o transportarse al mismo tiempo que la línea) y la extensión de la línea (pocos o muchos trabajadores).”

2.2.5. Diagrama de recorrido:

El diagrama de Recorrido (Diagrama de Circulación o Diagrama de Flujo), es una representación gráfica de la distribución de la planta y los edificios, que muestra la localización de todas las actividades del Diagrama de proceso de Recorrido.

Su construcción incluye la identificación de cada actividad con el símbolo que lo representa y número correspondiente al que aparece en el Diagrama de proceso de Recorrido. La dirección del flujo se indica con el sentido de las flechas sobre las líneas. Y su elaboración ideal es sobre un plano existente de la planta donde se realiza el proceso y sobre el delinear el flujo del proceso.

2.2.6. Planeación sistemática de la distribución:

Chase, Robert & Aquilano (2009) afirman lo siguiente: *“En ciertos tipos de problemas de distribución, no tiene sentido conocer el flujo numérico de los bienes entre los centros de trabajo y éste tampoco revela factores cualitativos que podrían ser cruciales para la decisión de dónde ubicarlos. En tales casos se puede utilizar la venerable técnica llamada planeación sistemática de la distribución (PSD), la cual implica crear una gráfica de relaciones que muestre el grado de importancia de que cada uno de los centros de trabajo esté ubicado junto a cada uno de los demás. Con base en esta gráfica se prepara un diagrama de relaciones de las actividades,*

similar a la gráfica de flujo empleada para ilustrar el manejo de materiales entre los centros de trabajo. El diagrama de relaciones de las actividades se va ajustando por prueba y error hasta encontrar un patrón satisfactorio de adyacencia. A su vez, este patrón es modificado, centro de trabajo por centro de trabajo, para ajustarse a las limitaciones del espacio del edificio”.

2.2.6.1. Tabla relacional

Es una forma de semimatriz donde se pueden registrar las relaciones que guarda cada actividad con todas las demás áreas. (Platas García & Cervantes Valencia, 2014) (véase figura 1)

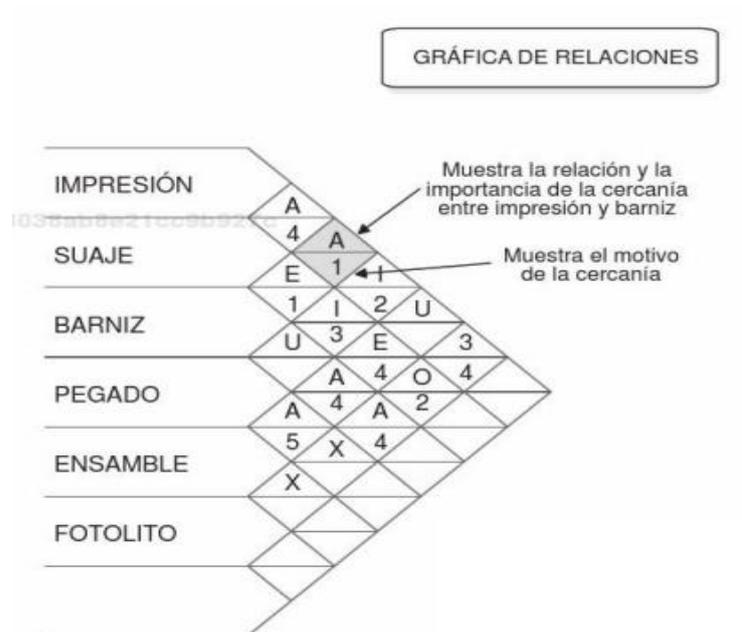


Figura N° 1. Gráfica de relaciones
Fuente: Platas & Cervantes, (2014)

3.2.6.2. Diagrama de relaciones

Platas & Cervantes, (2014) afirma que “Un diagrama es un dibujo o representación de los datos graficados; se deriva de la gráfica de relaciones. Es una representación de una distribución sin espacio. Puede elaborarse sobre el plano del piso de una distribución existente o en una hoja en blanco”.

El diagrama de relación de actividades se dibuja solo con símbolos, independientemente del espacio (véase figura 2)

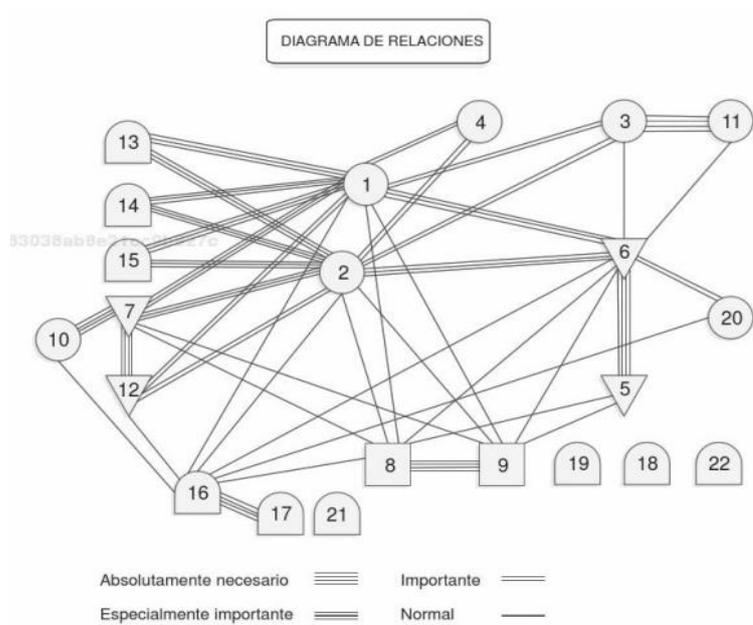


Figura N° 2. Diagrama de relaciones
Fuente: Platas & Cervantes, (2014)

2.2.6.3. Diagrama de relaciones de espacio:

Platas & Cervantes, (2014) *señalan lo siguiente:* Trabajar a partir del diagrama de relación de actividades, cada símbolo se convierte en un área específica. Esto se puede hacer en papel de secciones cruzadas a escala conveniente. Cada actividad se identificará mediante un símbolo, un número y, al mismo tiempo, de un nombre; pero además se graficará a escala y se mostrarán los metros cuadrados reales (véanse diagramas de las figuras 3 y 4). De esta forma, el espacio se registra tanto en números reales como en tamaño relativo.

Ajustes al diagrama

El diagrama de relaciones de espacio se ajusta y se manipula para crear varios acomodados. El diagrama de relación de espacios es casi un plano de distribución (véase figura 5)

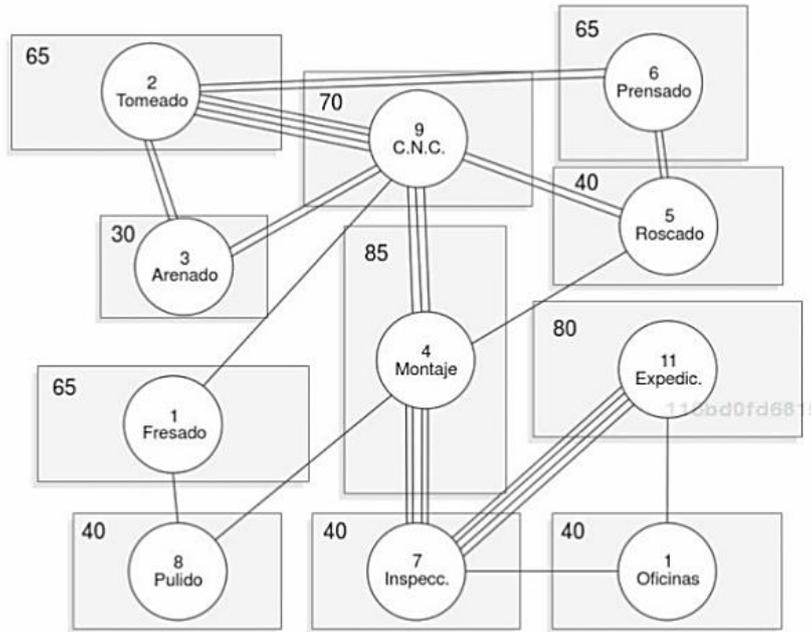


Figura N° 3. Relación de espacio (m^2) para las áreas de proceso.

Fuente: Platas & Cervantes, (2014)

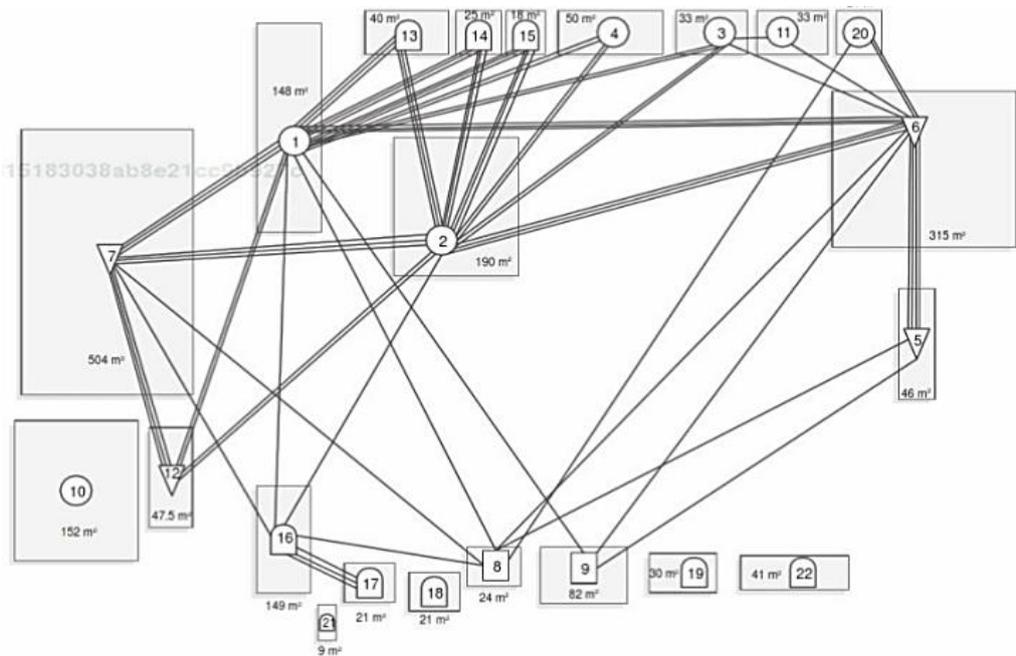


Figura N° 4. Relación entre departamentos con superficie en (m^2) de relación de espacios

Fuente: Platas & Cervantes, (2014)

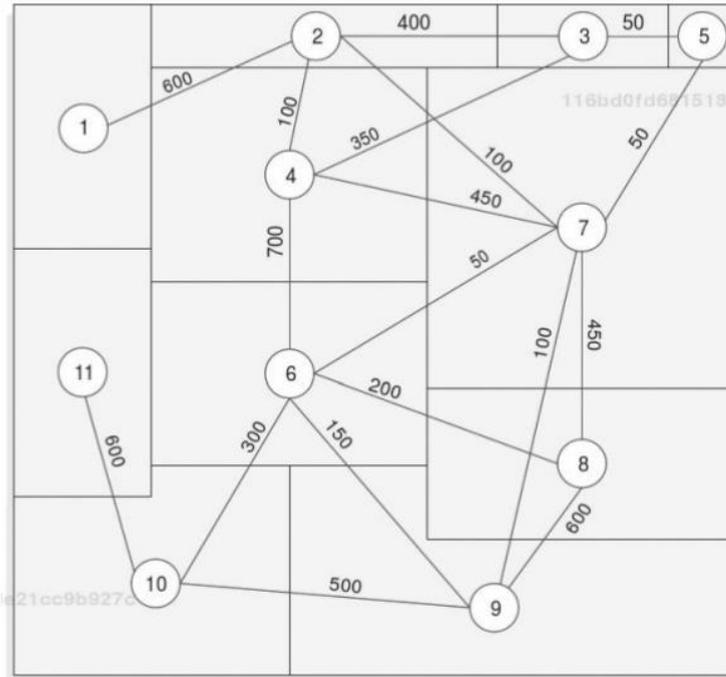


Figura N° 5. Diagrama de bloques, dimensiones de las áreas de trabajo y flujo del proceso con un diagrama de recorrido

Fuente: Platas & Cervantes, (2014)

2.2.7. Costo de manejo de materiales:

Según Heizer & Render, (2009) “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:”

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

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

2.3. Marco Conceptual:

2.3.1. Diseño de planta:

Según De la Fuente García y otros; (2008) *“la distribución de planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos”*

2.3.2. Distancias recorridas:

Para Muther (1970), se puede inferir gracias al principio de la mínima distancia recorrida *“A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta. Todo proceso industrial implica movimiento de material; por más que deseemos eliminarlo no podremos conseguirlo por entero. Siempre que dividimos un proceso en varias operaciones, podemos disponer un especialista o una máquina específica para cada una de ellas. Esta especialización del trabajo y de la maquinaria es la base de una -producción eficiente, a pesar de que supone movimientos de material de una operación a otra. Estamos, por tanto, bien dispuestos a realizar esos traslados, aunque no añadan ningún valor al producto por sí mismos”*

2.3.3. Número de cargas:

Para Heizer & Render, (2009) *“Es el número de cargas (o personas) que deben desplazarse entre dos departamentos durante cierto periodo.”*

2.3.4. Costo de manejo de material:

Heizer & Render, (2009) afirman que: *“Es el costo de llevar una carga de un departamento a otro”*.

2.3.5. Diagrama de relaciones:

Es la herramienta que muestra las relaciones complejas de causa y efecto e identifica causas fundamentales o las cuestiones clave. Ayuda a desarrollar un contexto lógico para datos, ideas, opiniones, temas, etc. Identificando las relaciones causales existentes entre los elementos. Se utilizan cuando las relaciones de causa efecto son complejas.

2.4. Hipótesis:

- El diseño y distribución de planta permite reducir los costos de manejo de materiales en el proceso productivo de la empresa de calzado “Mil Pies”.

2.5. Variables:

2.5.1. Variable Independiente:

- Diseño de planta

Indicadores:

- Área total requerida.
- Valores de proximidad entre áreas.
- Ordenamiento físico de la planta
- Distancia de las áreas recorridas x el n° de cargas

2.5.2. Variable Dependiente:

- Costo de manejo de materiales (S/ por docena)

Indicadores:

- Costo de manejo de materiales = $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij}$

2.5.3. Operacionalización de las variables:

VARIABLE INDEPENDIENTE: Distribución de planta			
DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	TÉCNICAS/INSTRUMENTOS
Distancias recorridas entre cada área de trabajo y el diagnóstico situacional	-Distancia de las áreas recorridas x el n° de cargas	metros	-Ficha de datos -Diagrama de recorrido
Planeación Sistemática de la Distribución (PSD)	- Área total requerida. - Valores de proximidad entre áreas. - Ordenamiento físico de la planta	Criterio de proximidad	- Método Güerchet - Tabla Relacional - Diagrama Relacional - Disposición general de la planta.

VARIABLE DEPENDIENTE: Costos del manejo de materiales del proceso productivo de calzado			
DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACION
Costo de manejo de materiales en cada área orientado a la distribución del proceso productivo del calzado	Minimizar el costo = $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij}$	S/	-Hoja para registro de datos

III. Metodología:

3.1. Tipo y nivel de investigación:

3.1.1. Tipo:

- Aplicativo

3.1.2. Nivel de Investigación:

- Descriptivo: porque el estudio realizado busca caracterizar el diseño y distribución de planta (variable dependiente) en base al costo de manejo de materiales (variable independiente); y además los investigadores solo se limitan a observar los fenómenos en su estado natural para luego hacer un análisis más profundo, sin hacer uso de la manipulación directa las variables.

3.1.3. Diseño de investigación:

- No experimental y transversal

3.2. Población y muestra:

3.2.1. Población:

Nuestra población está constituida por todas las áreas de trabajo de la empresa Mil Pies, a las que se realizará la nueva distribución de planta, siendo las siguientes:

1. Almacén de materia prima
2. Cortado
3. Perfilado
4. Armado o Ensuelado
5. Alistado
6. Almacén de producto terminado
7. Recepción del producto terminado o despacho

3.2.2. Muestra:

El tamaño de la muestra será igual al de la población, porque se van a considerar todas las áreas de la empresa.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

OBJETIVO	Técnica	Instrumento
Realizar un diagnóstico de la distribución de la planta actual, determinar el tiempo de las distancias recorridas de una estación a otra, así como los costos de manejo de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> - Encuesta - Observación - Análisis documental 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuestionario (Ver anexo 3) - Diagrama de recorrido (Figura 12) - Diagrama de Ishikawa (Figura 9) - Análisis de Pareto (Figura 10) - Matriz de distancia, costo y tiempo (Tabla 7, 8, 9 y 10)
Elaborar una propuesta de una nueva distribución de planta óptima para la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> - PSD 	<ul style="list-style-type: none"> - Tabla relacional (Tabla 20) - Diagrama relacional (Figura 13) - Diagrama de relaciones de espacio (Figura 14)
Determinar el porcentaje de reducción del costo de manejo de materiales con el nuevo diseño de distribución de planta.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de documentos 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoja de registro datos

3.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos:

OBJETIVO	Herramientas	Resultado
Realizar un diagnóstico de la distribución de la planta actual, determinar el tiempo de las distancias recorridas de una estación a otra, así como los costos de manejo de materiales.	Análisis de Pareto, utilizando Power Bi (Figura 10) Matriz de distancia, costo y tiempo (Tabla 7,8,9 y 10)	Análisis de las causas que influyen en el aumento del costo de materiales. Representación de las distancias recorridas, tiempo y costo de las mismas.
Elaborar una propuesta de una nueva distribución de planta óptima para la empresa.	Realizando el diagrama de relaciones (Ver Figura 13)	Representación de la nueva distribución de planta
Determinar el porcentaje de reducción del costo de manejo de materiales con el nuevo diseño de distribución de planta.	Microsoft Excel	Variación porcentual de la mejoría con la nueva propuesta de distribución de planta

IV. Resultados:

4.1 Para el cumplimiento del objetivo N°1: “Realizar un diagnóstico de la distribución de la planta actual, determinar el tiempo de las distancias recorridas de una estación a otra, así como los costos de manejo de materiales”, se realizó:

Para realizar el diagnóstico de la distribución de planta actual en la empresa de calzado Mil Pies, se determinó el tiempo de las distancias recorridas y el costo de manejo de materiales, para lo cual, se utilizaron las técnicas de observación de campo, la encuesta de diagnóstico de la distribución de planta, el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagrama de análisis del proceso y matriz de distancia-costo y tiempo. De los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1.1. Distribución de planta actual:

Se identificaron restricciones en el proceso productivo por las distancias y ubicaciones deficientes de las áreas que conforman dicho proceso. Como se puede observar en la figura N°6, corresponde al primer nivel de la planta, donde se encuentran las áreas de: oficina administrativa, almacén de recepción de materia prima y armado o ensuelado.

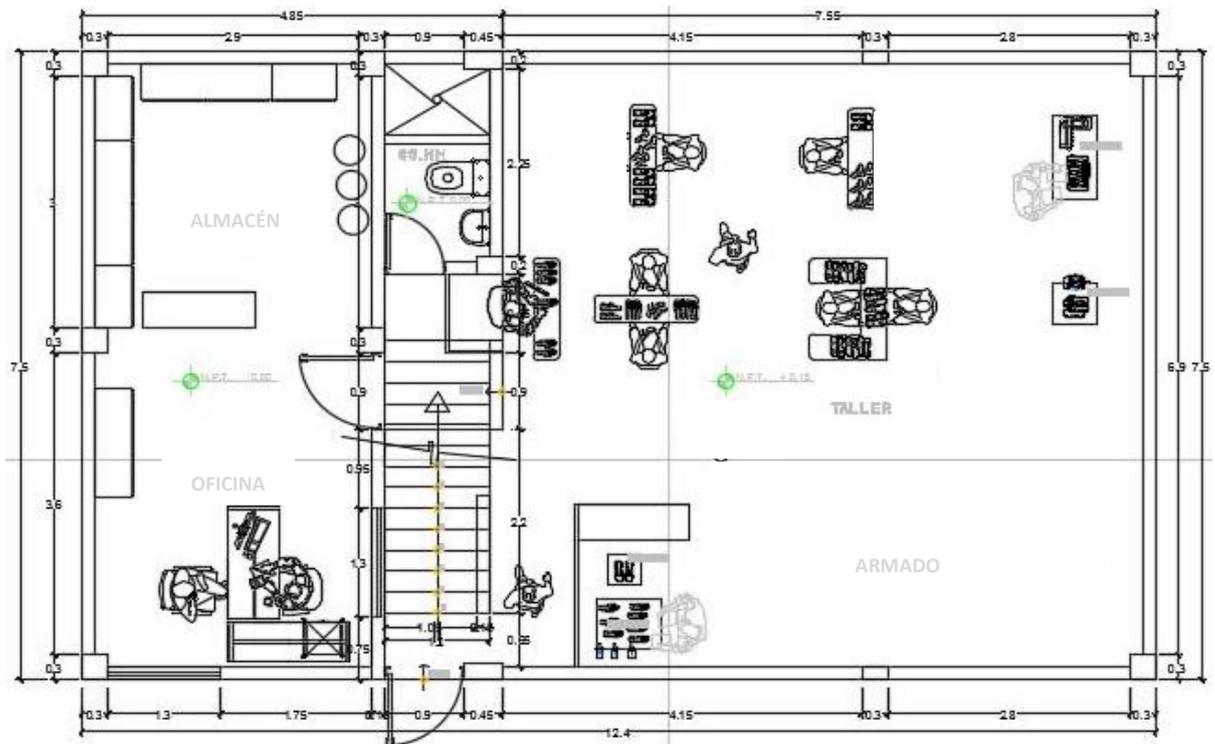


Figura N° 6. Plano del primer piso de la empresa "Mil Pies"

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura N°7, corresponde el segundo nivel de la planta, donde se encuentran las áreas de: cortado y perfilado.

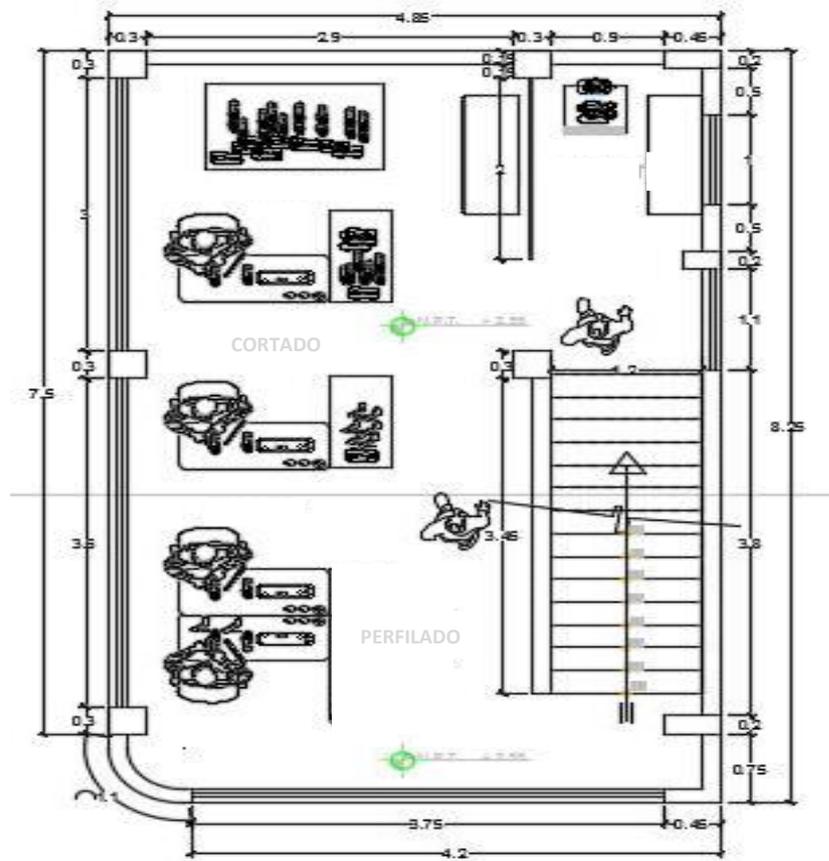


Figura N° 7. Plano del segundo piso de la empresa "Mil Pies"

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura N°8, corresponde el tercer nivel de la planta, donde se encuentran las áreas de: almacén de producto terminado y alistado.

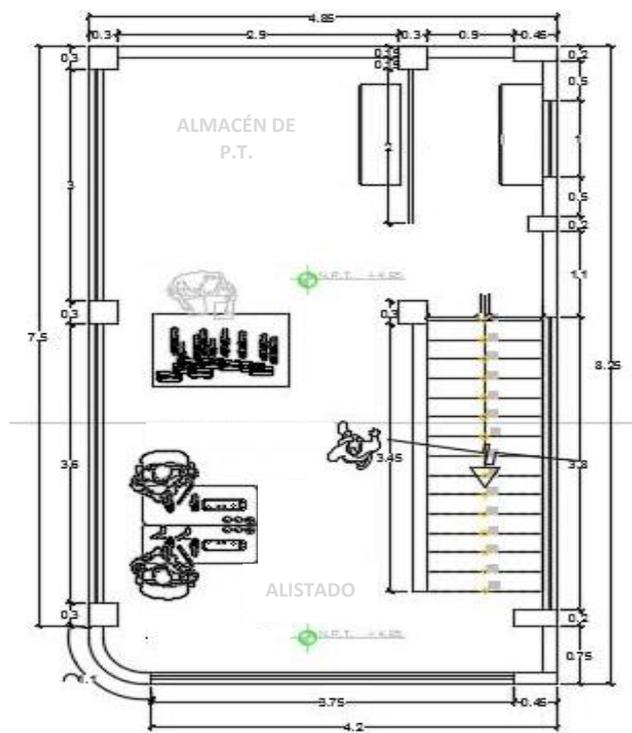


Figura N° 8. Plano del tercer piso de la empresa "Mil Pies"
Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Resultados de la encuesta del diagnóstico para proponer cambios en la distribución de una planta:

En la encuesta de diagnóstico de la distribución actual de la planta (Platas García & Cervantes Valencia, 2014), se evaluaron los siguientes factores: material, maquinaria, hombre, movimiento, almacenamiento, servicio, edificio y cambio, obteniendo una calificación total de 35 puntos en promedio, lo que reveló una deficiencia en su actual distribución de planta como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla N° 2.

Evaluación para proponer cambios en la distribución de planta

FACTORES		
1	Factor Material	25
2	Factor Maquinaria	25
3	Factor Hombre	35
4	Factor movimiento, manejo de materiales	41
5	Factor almacenamiento	47
6	Factor servicio	56
7	Factor edificio	27
8	Factor cambio	20
	TOTAL	$276/8 = 35$

La evaluación está entre 35 y 40 puntos, es un claro síntoma de que es necesaria la mejora en la distribución de la planta.

Nota: Realizada la siguiente encuesta a través de una evaluación de los factores para proponer una nueva distribución, nos dio como resultado que la empresa Mil Pies se encuentra con una deficiente distribución, por lo cual urge hacer un cambio a través de diferentes técnicas y métodos, desarrollando una nueva distribución para mejorar cambios que ayudarán a disminuir los tiempos del proceso productivo.

4.1.3. Identificación de las causas que influenciaron en el costo de manejo de materiales:

Teniendo en cuenta la problemática de la empresa Mil Pies, se utilizó el diagrama de Ishikawa para determinar las causas raíces que influenciaron en el costo de manejo de materiales, como se puede observar en la figura 9.

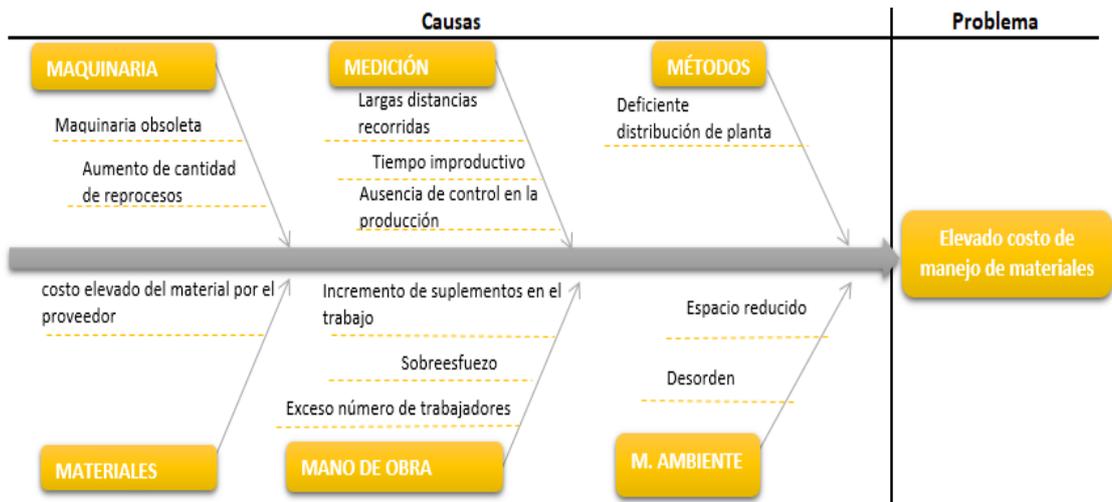


Figura N° 9. Diagrama de Ishikawa de la empresa Mil Pies

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4. Identificación de las principales causas que influenciaron en el costo de manejo de materiales:

Para identificar las principales causas, se aplicó el análisis ABC de Pareto, obteniendo que la deficiente distribución de planta, largas distancias recorridas, espacios reducidos y excesivo número de trabajadores constituyen el 81.44% del elevado costo de manejo de materiales, como se puede observar en las tablas 3 y 4.

Tabla N° 3.

Incidencias de las causas que generan elevado costo de manejo de materiales en la empresa Mil Pies

OBS	MAQUINARIA OBSOLETA	AUMENTO DE CANTIDAD DE REPROCESOS	AUSENCIA DE CONTROL EN LA PRODUCCIÓN	DEFICIENTE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	COSTO ELEVADO DEL MATERIAL POR EL PROVEEDOR	EXCESIVO NÚMERO DE TRABAJADORES	ESPACIO REDUCIDO	LARGAS DISTANCIAS RECORRIDAS	TIEMPO IMPRODUCTIVO	INCREMENTO DE SUPLEMENTOS EN EL TRABAJO	SOBRES FUERZO	DESORDEN
DIA 1				1		1	1	1				
DIA 2			1	1		1	1	1		1	1	1
DIA 3				1		1	1	1				
DIA 4				1		1	1	1				1
DIA 5				1		1	1	1				
DIA 6				1	1	1	1	1				
DIA 7				1								
DIA 8				1		1	1	1				
DIA 9		1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
DIA 10				1		1	1	1				
DIA 11				1		1	1	1				
DIA 12				1		1	1	1				
DIA 13	1			1		1	1	1				
DIA 14				1		1	1	1				
DIA 15				1	1	1	1	1			1	1
DIA 16				1				1				
DIA 17				1		1	1	1				
DIA 18				1		1	1	1				
DIA 19		1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
DIA 20				1		1	1	1				
DIA 21				1		1	1	1				
DIA 22				1		1	1	1				
DIA 23				1		1	1	1				
DIA 24				1			1	1				
DIA 25				1		1	1	1				
DIA 26				1		1	1	1		1	1	1
DIA 27				1		1	1	1				
DIA 28				1		1	1	1				
DIA 29				1		1	1	1				
DIA 30			1	1		1	1	1	1	1	1	1
DIA 31				1		1	1	1				
DIA 32				1		1	1	1				
DIA 33				1		1	1	1				

DIA 34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
DIA 35				1	1	1	1					
DIA 36				1	1	1	1					
DIA 37				1	1	1	1					
DIA 38				1	1	1	1					
DIA 39				1	1	1	1					
DIA 40				1	1	1	1					
DIA 41				1	1	1	1					
TOTAL DE OBSERVACIONES	1	3	5	41	2	38	39	40	4	6	7	8

Nota: La toma de muestra se realizó en 41 días y se registró la incidencia de las causas que originan el elevado costo de manejo de materiales. Se puede apreciar que la causa que tuvo mayor número de incidencias fue “deficiente distribución de planta” con un puntaje de 41 observaciones; mientras que “largas distancias recorridas”, “espacio reducido” y “excesivo número de trabajadores” obtuvieron un puntaje total de 40, 39 y 38 observaciones respectivamente.

Tabla N° 4.

Clasificación ABC de las causas que influenciaron en el costo de manejo de materiales

Causas	Frecuencia asboluta	Frecuencia acumulada	Porcentaje absoluto	Porcentaje acumulado
Deficiente distribución de planta	41	41	21.13 %	21.13 %
Largas distancias recorridas	40	81	20.62 %	41.75 %
Espacio reducido	39	120	20.10 %	61.86 %
Excesivo número de trabajadores	38	158	19.59 %	81.44 %
Desorden	8	166	4.12 %	85.57 %
Sobreesfuerzo	7	173	3.61 %	89.18 %
Incremento de suplementos en el trabajo	6	179	3.09 %	92.27 %
Ausencia de control en la producción	5	184	2.58 %	94.85 %
Tiempo improductivo	4	188	2.06 %	96.91 %
Aumento de cantidad de reprocesos	3	191	1.55 %	98.45 %
Costo elevado del material por el proveedor	2	193	1.03 %	99.48 %
Maquinaria obsoleta	1	194	0.52 %	100.00 %
Total	194	1868	100.00 %	962.89 %

Nota: la tabla 4 muestra las causas vitales a analizar, se puede observar que la causa con mayor frecuencia es “deficiente distribución de planta” y la causa con menor frecuencia es “maquinaria absoluta”.

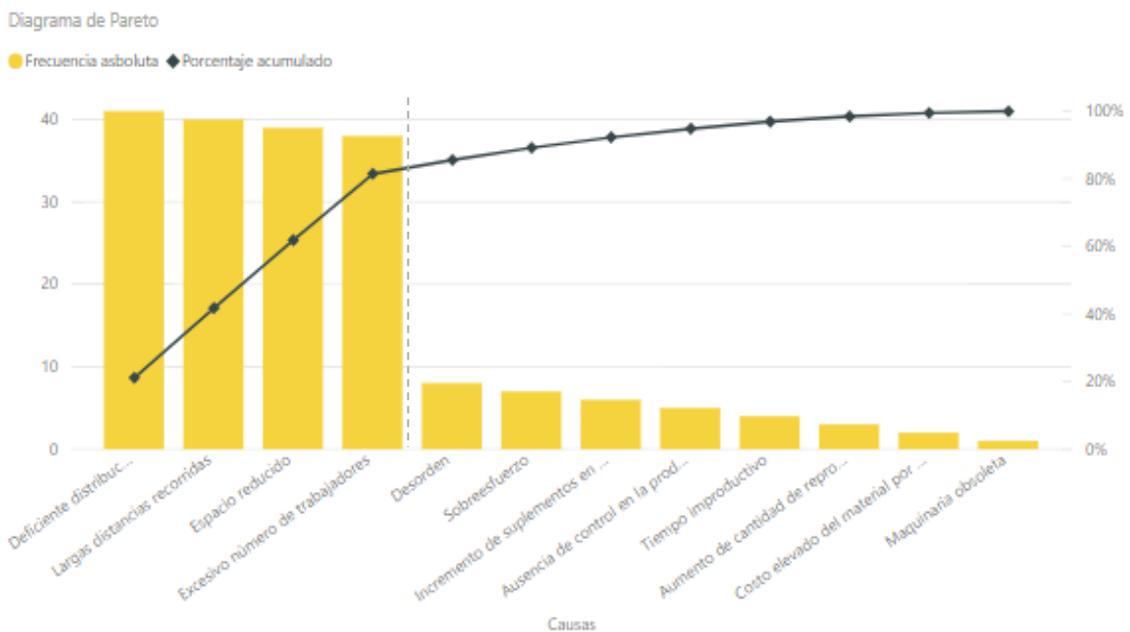


Figura N° 10. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5. Diagrama de análisis del proceso:

La empresa de calzado Mil Pies cuenta con clientes fijos quienes solicitan actualmente 200 docenas de calzado de vestir por mes. La orden de compra llega al jefe de planta, y es el quien está encargado de la planificación de los recursos. El proceso inicia en el área de cortado con la recepción de la orden de producción donde se detallan las especificaciones: color, material y altura, así como también la recepción del sintético y la poli badana, para luego este sintético ser doblado en dos capas y colocado sobre la mesa de trabajo, para proceder después con el molde del modelo a cortar por el perímetro y finalmente enumerar cada pieza cortada en la serie del 35 al 39. En el proceso de perfilado el sintético y el forro es doblado y encintado. El proceso de armado se inicia con la recepción de los cortes. Haciendo uso de la máquina conformadora se recortan los contrafuertes para ser colocados en el corte, primero a la horma caliente y luego a la horma fría y estos se labran pegando la plataforma a la falsa para ser clavadas a la horma. Seguidamente se realiza el forrado del taco, se cortan las suelas, se liján en una fresadora y se pintan los bordes para pegarlo al zapato. En el área de alistado se reciben los zapatos se colocan las plantillas, se realiza la respectiva limpieza, se encincha por media docena y se envían los zapatos al almacén para su distribución final. El proceso productivo se ha representado a través de un diagrama de análisis de proceso que se muestra en la Figura 11.

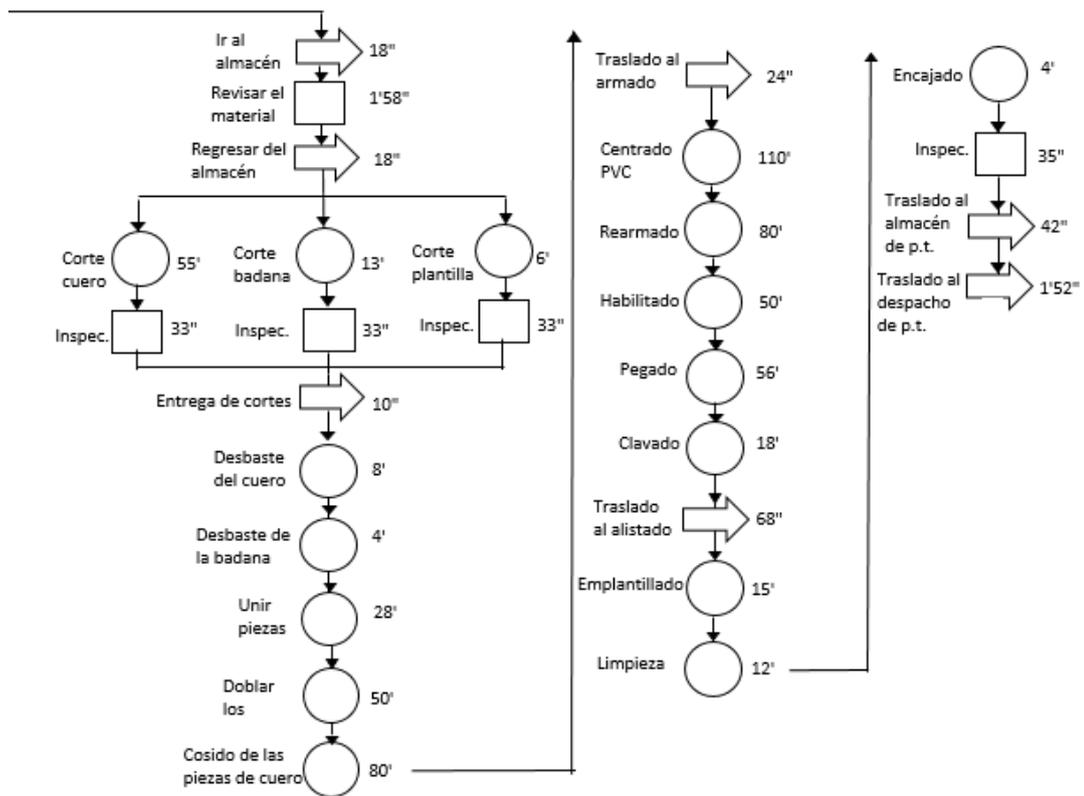


Figura N° 11. Diagrama de análisis del proceso

Fuente: Empresa “Mil Pies”

Para determinar el tiempo de las distancias recorridas y el costo total del manejo de materiales se llevó a cabo la realización de la matriz costo-distancia- tiempo. El diagrama de recorrido y el estudio de tiempos se utilizó como técnicas y herramientas; para hallar el costo total de los desplazamientos. De lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Diagrama de recorrido:

DIAGRAMA DE RECORRIDO "MIL PIES"

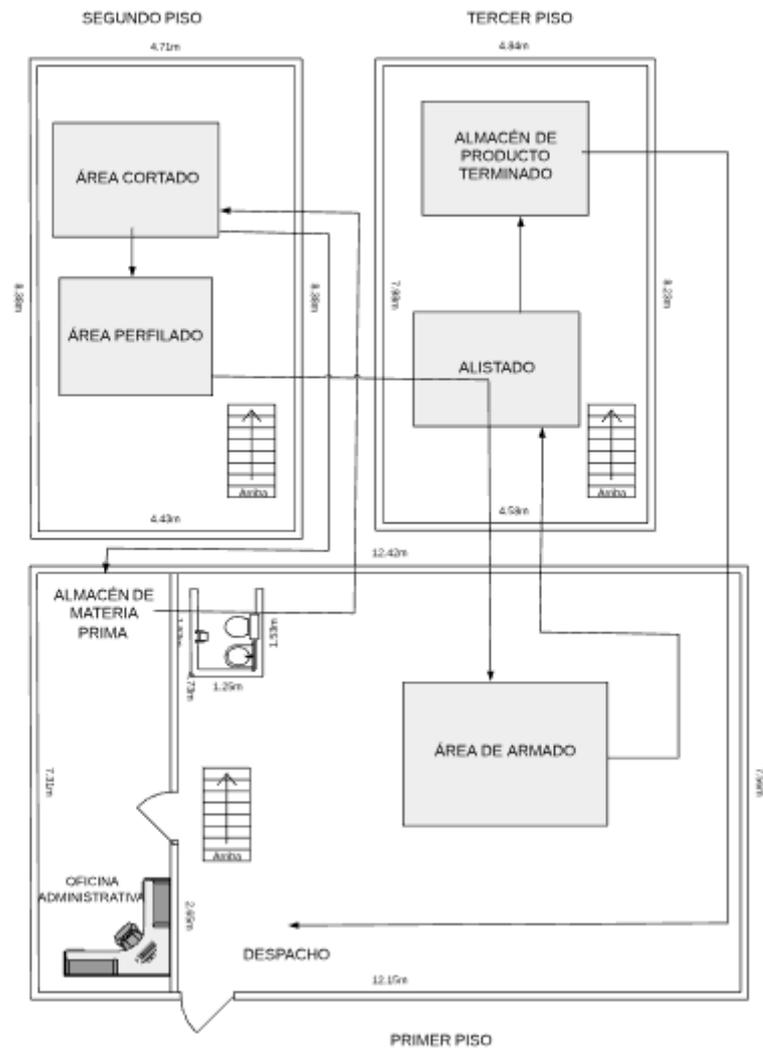


Figura N° 12. Diagrama de recorrido

Nota: La flecha de color negro nos indican la ruta de fabricación del calzado, comenzando por el almacén de materia prima que provee de material al área de cortado, hasta terminar en el área de despacho donde la materia prima se llegó a transformar en calzado y está a la espera de que el distribuidor llegue a recoger su pedido.

4.1.6. Estudio de tiempos para las distancias recorridas en el proceso productivo de fabricación de calzado de vestir para damas:

Se determinó los tiempos estándares de cada una de las etapas del proceso productivo, tomando como base la producción de una docena de calzado para damas. La toma de tiempos se realizó a través de un cronómetro con vuelta a cero, es decir que inicia al momento que comienza cada subactividad, hasta su terminación. Se calificó la participación de los trabajadores en base al método Westinghouse (Ver anexo 04) y se tomaron en cuenta los suplementos requeridos según la tabla de tolerancias de la OIT (Ver anexo 05), con el fin de obtener como resultado el tiempo estándar de cada actividad.

Es importante resaltar que el estudio de tiempos se realizó para un obrero normal dentro de cada área. Los datos se registraron en una hoja de observaciones durante 10 ciclos para cada actividad por proceso.

Tabla N° 5.

Hoja de observación de los tiempos de las distancias recorridas en el proceso productivo de calzado

		Calzado "Mil Pies"														Metodo	Actual: X	Propuesto
		Hoja de observación de tiempos y movimiento																
Modelo de zapato		Calzado para damas (casual)																
Proceso		Proceso productivo del calzado por docena																
Actividad	Distancia(m)	Número de cargas	Distancia total	Ciclos tomados por minutos										Promedio	Calificación	Tiempo normal	Tiempo estándar	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
De almacén de m.p. a cortado	27.6	1	27.6	00:05:20	00:05:34	00:05:48	00:05:54	00:06:04	00:06:00	00:05:44	00:05:27	00:06:13	00:04:59	00:05:42	1.05	00:05:59	00:06:39	
De cortado a perfilado	5.4	12	64.8	00:07:48	00:08:36	00:07:24	00:09:00	00:07:12	00:12:00	00:09:24	00:11:12	00:11:00	00:13:36	00:09:43	1.07	00:10:24	00:11:33	
De perfilado a armado	11.2	12	134.4	00:13:48	00:12:36	00:12:48	00:13:00	00:13:36	00:12:48	00:13:24	00:13:12	00:13:00	00:12:48	00:13:06	1.09	00:14:17	00:15:51	
De armado a alistado	20.1	12	241.2	00:20:12	00:24:12	00:22:36	00:25:48	00:22:48	00:23:00	00:25:12	00:24:24	00:21:48	00:20:48	00:23:05	1.09	00:25:09	00:27:55	
De alistado a almacén de p.t.	6.2	2	12.4	00:02:26	00:02:38	00:02:48	00:02:28	00:02:26	00:02:38	00:02:50	00:03:00	00:02:46	00:02:30	00:02:39	1.06	00:02:49	00:03:07	
De almacén de p.t. a despacho	24.2	2	48.4	00:05:18	00:05:10	00:05:00	00:05:04	00:05:10	00:04:50	00:05:08	00:05:20	00:05:16	00:05:18	00:05:09	1.07	00:05:31	00:06:07	
Total													00:59:25	-	01:04:09	01:11:13		

Fuente: Elaboración Propia

4.1.7. Matriz distancia, tiempo y costo

Se tomó en cuenta la secuencia de fabricación del producto y el volumen de producción. A partir de los resultados en las tablas 5 y 6 se determinó el costo total de los desplazamientos

Tabla N° 6.

Áreas en la planta de producción de la empresa Mil Pies

PRODUCTO	SECUENCIA DE FABRICACIÓN	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN POR MES
CALZADO PARA DAMAS	a=Almacén de materia prima. b=Cortado c=Perfilado d=Armado o Ensuelado e=Alistado f=Almacén de producto terminado g=Despacho del producto terminado	200 doc./mes

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 7 se realizó una matriz desde - hasta con las distancias de recorrido en metros entre los procesos, para la actual distribución en instalaciones.

Tabla N° 7.

Matriz de distancia por docena de calzado para dama

		Matriz distancia (m)						
		a	b	c	d	e	f	g
A			27.6					
B				64.8				
C					134.4			
D						241.2		
E							12.4	
F								48.4
G								

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 8 se realizó una matriz desde - hasta con el tiempo que se genera al recorrer las distancias entre un proceso a otro.

Tabla N° 8.
Matriz de tiempo por docena de calzado para dama

Matriz tiempo (min)							
	A	B	c	d	e	f	g
A		00:06:39					
B			00:11:33				
C				00:15:51			
D					00:27:55		
E						00:03:07	
F							00:06:07
G							

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 9, se realizó la matriz de costo a partir del salario que se le paga al empleado, siendo S/ 1100 mensuales y sabiendo que se trabaja 8 horas al día y 26 días al mes.

Tabla N° 9.
Matriz de costo por minuto trabajado

Matriz costo S/ / min							
	A	B	c	d	e	f	g
A		S/0.09					
B			S/0.09				
C				S/0.09			
D					S/0.09		
E						S/0.09	
F							S/0.09
G							

Fuente: Elaboración Propia

En base a las tablas 7, 8 y 9 se determinó el costo del manejo de materiales que le genera a la empresa moverse tantos metros de un área a otra, por docena de fabricación de calzado de vestir para damas siendo: S/ 6.31.

Tabla N° 10.
Matriz costo total

Matriz costo total							
	A	B	c	d	e	f	g
A		S/0.58					
B			S/1.02				
C				S/1.40			
D					S/2.48		
E						S/0.28	
F							S/0.55
G							
Costo de manejo de materiales por docena							S/6.31

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta que se fabrica al mes 200 docenas de calzado de vestir para dama; el costo de manejo de materiales por mes es de: S/ 1262

4.2 Para el cumplimiento del objetivo N°2: “Elaborar una propuesta de un nuevo diseño y distribución de planta óptimo para la empresa”:

Se realizó una propuesta de un nuevo diseño en la empresa Mil Pies, que estuvo basado en la planeación sistemática de distribución de planta (SLP), la cual estuvo integrada por cuatro fases que se detallan a continuación:

4.2.1. Fase I: Localización:

Se determinó la localización del área a distribuir, ya que la nueva distribución se realizó en el mismo lugar. Y para ello se elaboró los planos de distribución actual que se mostraron en las Figuras 6, 7 y 8. Así mismo para determinar las distancias entre las áreas y los costos por movimiento de materiales, se elaboró la matriz de distancia – tiempo y costo. El diagrama de recorrido y el estudio de tiempos se utilizaron como técnicas y

herramientas; para hallar el costo total de los desplazamientos. En la figura 12 se muestra el diagrama de recorrido de la distribución actual.

4.2.2. Fase II: Distribución General:

Comprendió el arreglo general del área a distribuir, tomando en cuenta cada una de las áreas principales requeridas por maquinarias, muebles y equipos. Para ello se determinó las necesidades de espacio, utilizando el método de Güerchet.

El área total requerida es de 59.09 m² y las áreas parciales se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Tabla N° 11.

Estimación de área teórica del almacén de materia prima

Zona de Almacén de materia prima									
Elemento	N	N	Largo	Ancho	SS	SG	Altura	SE	S total
Anaqueles 1	1	1	1.3	0.31	0.40	0.40	1.9	0.499	1.306
Anaqueles 2	1	1	1.3	0.31	0.40	0.40	1.9	0.499	1.306
Anaqueles 3	1	1	1.3	0.31	0.40	0.40	1.9	0.499	1.306
Anaqueles 4	1	1	1.3	0.31	0.40	0.40	1.9	0.499	1.306
Anaqueles 5	1	1	1.3	0.31	0.40	0.40	1.9	0.499	1.306
Superficie total m ²									6.529

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 12.

Estimación de área teórica del área de corte

Área de corte									
Elemento	N	N	Largo	Ancho	SS	SG	Altura	SE	S total
mesa corte 1	1	1	1.2	0.6	0.72	0.72	1.2	0.8928	2.3328
mesa corte 2	1	1	1.2	0.6	0.72	0.72	1.2	0.8928	2.3328
mesa soporte	1	1	1	0.92	0.92	0.92	0.96	1.1408	2.9808
Superficie total m ²									7.646

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13.*Estimación de área teórica del área de perfilado*

Área de perfilado									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	SS	SG	Altura	SE	S total
perfiladora 1	1	1	1	0.6	0.6	0.6	1.2	0.744	1.944
perfiladora 2	1	1	1	0.6	0.6	0.6	1.2	0.744	1.944
perfiladora 3	1	1	1	0.6	0.6	0.6	1.2	0.744	1.944
devastadora	1	2	1.2	0.5	0.6	1.2	0.98	1.116	2.916
Superficie total m^2									8.748

Fuente: Elaboración Propia**Tabla N° 14.***Estimación de área teórica del área de armado*

Área de armado									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	SS	SG	Altura	SE	S total
mesa armado 1	1	2	1	0.6	0.6	1.2	1	1.12	2.92
mesa armado 2	1	2	1	0.6	0.6	1.2	1	1.12	2.92
mesa armado 3	1	1	1	0.6	0.6	0.6	1	0.74	1.94
mesa armado 4	1	1	1	0.6	0.6	0.6	1	0.74	1.94
mesa armado 5	1	1	1	0.6	0.6	0.6	1	0.74	1.94
rematadora	1	1	1.98	0.68	1.35	1.35	1.37	1.67	4.36
conformadora	1	1	0.48	0.32	0.15	0.15	1	0.19	0.49
Fresadora	1	1	1.3	0.8	1.04	1.04	1.78	1.29	3.37
Superficie total m^2									19.888

Fuente: Elaboración Propia**Tabla N° 15.***Estimación de área teórica del área de alistado*

Área de alistado									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	SS	SG	Altura	SE	S total
mesa alistado 1	1	1	1	0.6	0.6	0.6	1	0.74	1.94
mesa alistado 2	1	1	1	0.6	0.6	0.6	1	0.74	1.94
mesa alistado 3	1	1	1	0.6	0.6	0.6	1	0.74	1.94
Superficie total m^2									3.888

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 16.

Estimación de área teórica del almacén de producto terminado

Almacén de producto terminado									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	SS	SG	Altura	SE	S total
Anaqueles 1	1	1	2.55	0.3	0.765	0.765	1.98	0.95	2.48
Anaqueles 2	1	1	2.55	0.3	0.765	0.765	1.98	0.95	2.48
Anaqueles 3	1	1	2.55	0.3	0.765	0.765	1.98	0.95	2.48
Anaqueles 4	1	1	2.55	0.3	0.765	0.765	1.98	0.95	2.48
Superficie total m^2									9.914

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 17.

Estimación de área teórica del área de despacho

Despacho									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	SS	SG	Altura	SE	S total
Anaqueles	1	1	2.55	0.3	0.765	0.765	1.98	0.95	2.48
Superficie total m^2									2.479

Fuente: Elaboración Propia

El tamaño total requerido es de $59.09 m^2$. Es decir, el área con la que cuenta actualmente la empresa es suficiente. Solo se requiere una mejor distribución que se determinó en la siguiente fase.

Se concluye en que el Almacén de Materia Prima necesita un total de $6.53 m^2$ para almacenar todos los insumos, clasificarlos y ordenar el tipo de material que ingresan al flujo de producción; el área de corte un total de $7.65 m^2$ para realizar las operaciones de corte de las piezas; el área de perfilado necesita un total de $8.74 m^2$, en esta área el sintético y el forro es doblado, encintado y se lleva a cabo la unión de piezas gruesas del zapato; siguiendo el proceso de Armado requiere un total de $19.89 m^2$, proceso donde se moldea el corte junto a la horma respectiva, a continuación el área de alistado requiere $3.89 m^2$; donde se procede a concluir con todas las exigencias que el cliente espera del producto, en el área de p.t. se necesita $9.91 m^2$. Por último, tenemos al área de despacho donde el calzado de vestir

enzunchado reposa hasta la espera del distribuidor para movilizar el producto al destino final, dicha área debe ocupar 2.48 m².

Tabla N° 18.
Resumen de m² por área

Proceso	Área (m ²)
Almacén MP	6.53
Corte	7.65
Perfilado	8.74
Armado	19.89
Alistado	3.89
Almacén PT	9.91
Despacho	2.48
TOTAL	59.09

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la tabla 18 podemos decir que la superficie necesaria total es de 59.09 m², espacio que mínimamente debemos respetar para que se cumple con buenas prácticas el proceso de producción.

4.2.3. Fase III: Distribución Detallada

Esta fase implicó ubicar cada área o estación de trabajo de acuerdo al movimiento de materiales entre departamentos, para lo cual se utilizó el método SLP. A continuación, se muestra la tabla de relación, diagrama relacional y diagrama de disposición de áreas final.

Tabla relacional de actividades

Continuando con esta fase, se elaboró la Tabla Relacional que luego se pasó a un Diagrama Relacional entre los procesos de trabajo. Y con ayuda de este Diagrama se determinó el grado relativo de acercamiento que se requirió entre diferentes áreas o procesos, según lo determinó la información cuantitativa del flujo. A continuación, se muestra los códigos de motivos o razones de cercanía.

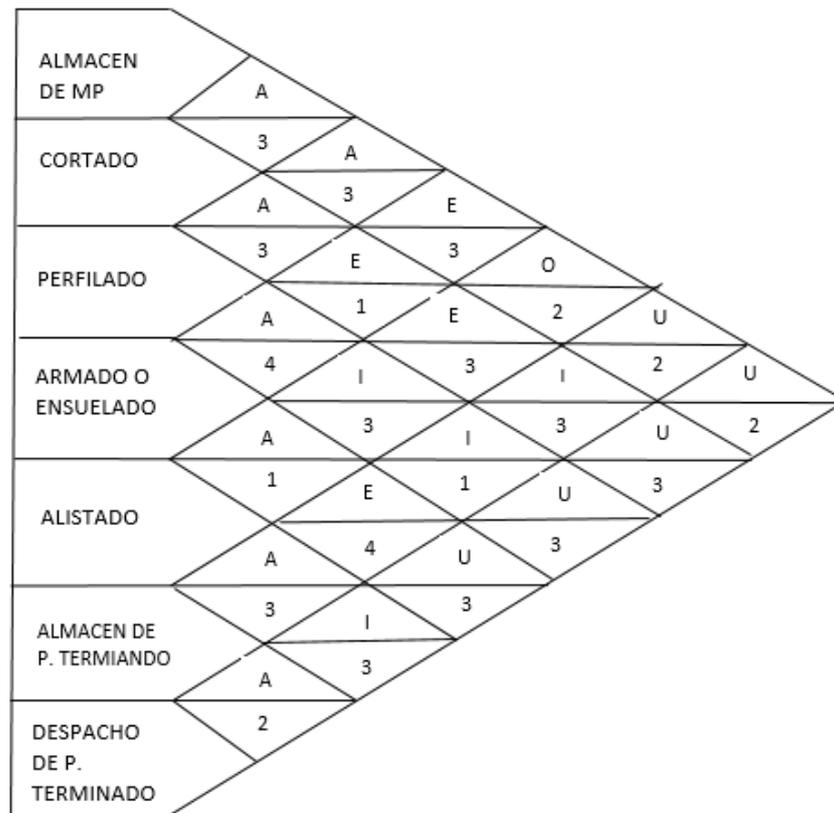
Tabla N° 19.
Código de razón

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

Fuente: Platas & Cervantes, (2014)

En la tabla expuesta podemos observar que existe una relación de absolutamente necesaria en la mayoría de los departamentos que están dentro de la secuencia de fabricación.

Tabla N° 20.
Tabla relacional de Actividades



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 13, se puede visualizar que el almacén de materia prima, se consideró que es mejor colocarlo en el segundo piso, puesto que es un área que distribuye el material a varias áreas más como: Perfilado, Cortado, Ensuelado, etc. Todo con la finalidad de poder reducir distancias y por ende tiempos.

DIAGRAMA DE RELACIONES "MIL PIES"

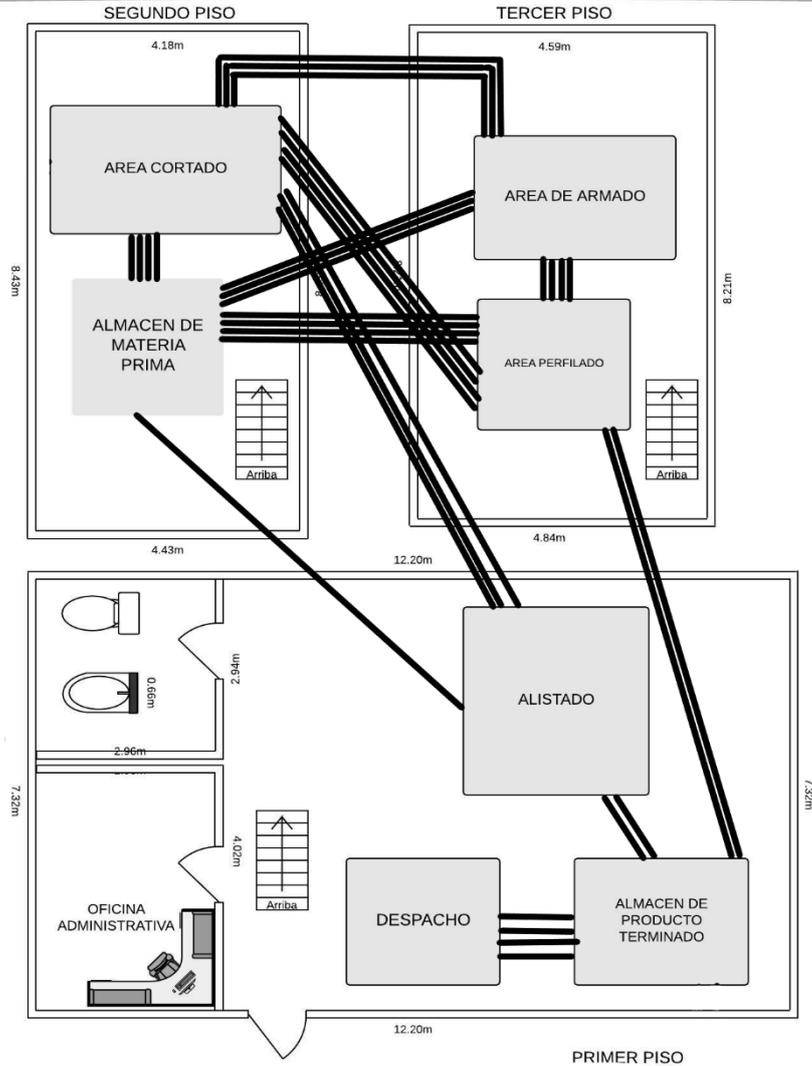


Figura N° 13. Diagrama relacional de actividades y recorrido
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama relacional de espacios

Tabla N° 21.
Diagrama Relacional de Espacios

ACTIVIDAD	SUPERF. APROX. (m ²)
Almacén de MP.	6.53
Cortado	7.65
Perfilado	8.74
Ensuelado	19.89
Alistado	3.89
Almacén de P. T.	9.91
Despacho	2.48

Fuente: Elaboración Propia

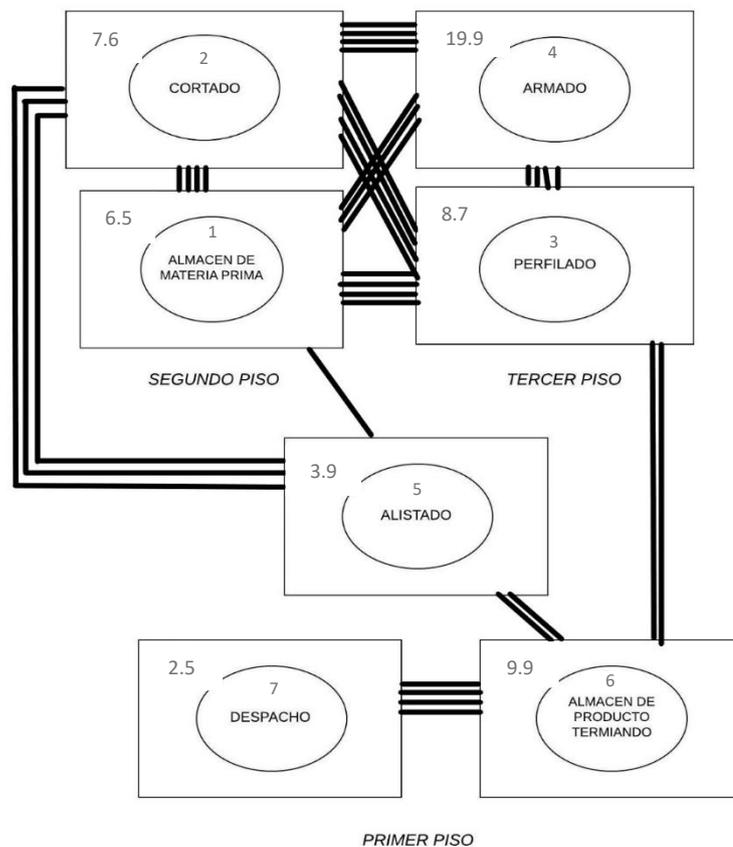


Figura N° 14. *Diagrama relacional de espacios*

Fuente: Elaboración Propia

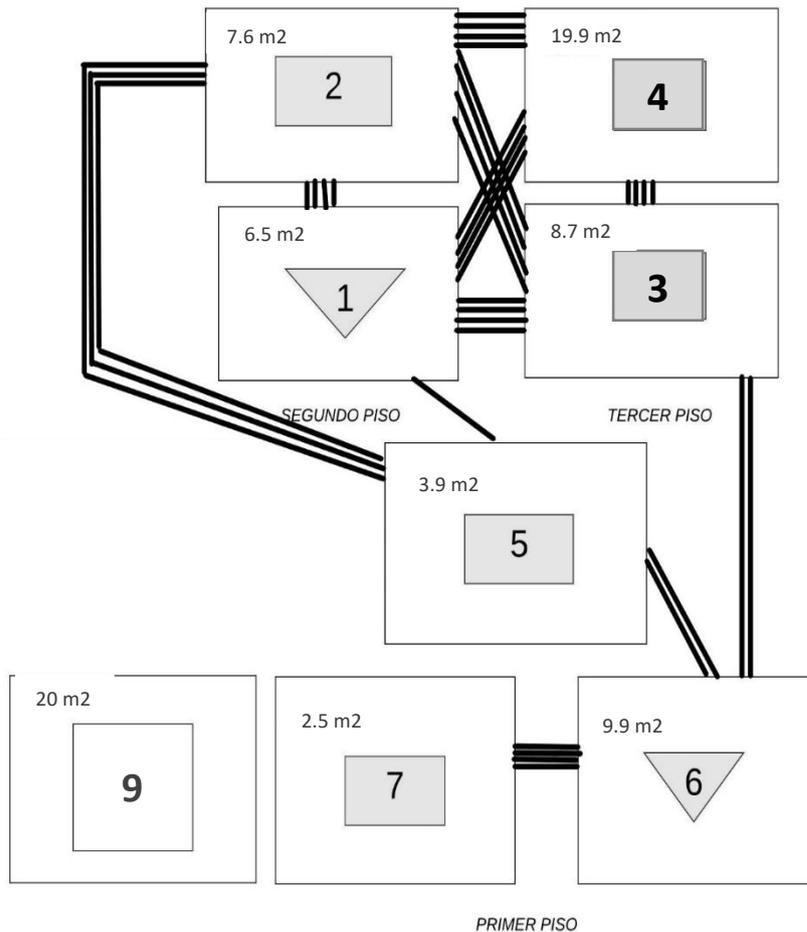


Figura N° 15. Diagrama de relación entre departamentos

Fuente: Elaboración Propia

4.3 Para el cumplimiento del objetivo N°3: **“Determinar el porcentaje de reducción del costo de manejo de materiales con el nuevo diseño de distribución de planta”**, se procedió a realizar:

El cálculo de los costos de manejo de materiales que generaron las personas trasladando el material con la nueva distribución propuesta. Para ello se utilizó las matrices de distancia-tiempo y costo entre áreas. Tomando como referencia la producción de la empresa (ver figura 16) y los tiempos de desplazamiento entre procesos (ver tabla 22). Los cálculos requeridos se muestran a continuación:

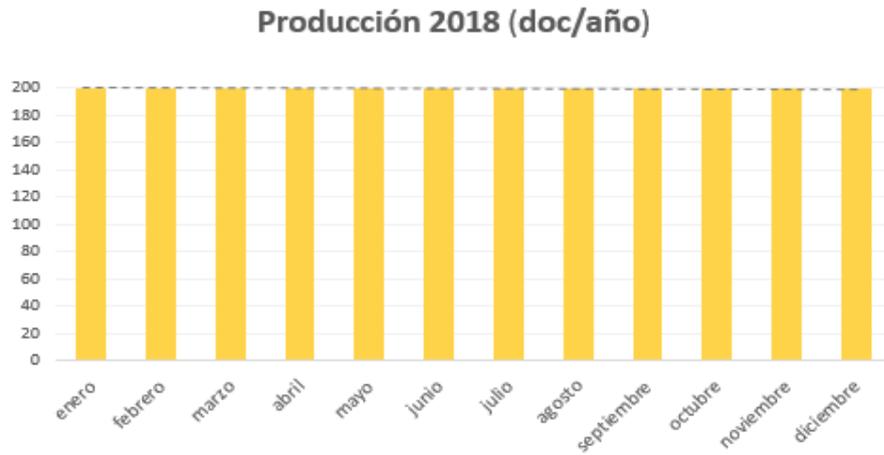


Figura N° 16. Demanda Anual

Nota: En el gráfico se observa que la demanda ha sido constante, y que en el año 2018 se ha producido 200 docenas de calzado de vestir para damas.

Tiempo estándar del traslado del material con la nueva propuesta de distribución:

Se presenta la determinación de los tiempos que el operario toma al producir una docena de calzado para damas.

Se califica la participación de los trabajadores en base al método Westinghouse (Ver anexo 04) y se toman en cuenta los suplementos de los trabajadores expuestos por la OIT (Ver anexo 05), con el fin de obtener como resultado el tiempo estándar de cada actividad.

Es importante resaltar que este estudio de tiempos se realiza para un obrero normal dentro de cada área. Los datos se registran en una hoja de observaciones durante 10 ciclos para cada actividad por proceso.

Tabla N° 22.

Hoja de observación de los tiempos de las distancias recorridas en el proceso productivo de calzado

		Calzado "Mil Pies"															
		Hoja de observación de tiempos y movimiento													Metodo	Actual:	Propuesto: X
Modelo de zapato		Calzado de vestir para damas															
Proceso		Proceso productivo del calzado por docena															
Actividad	Distancia(m)	Número de cargas	Distancia total	Ciclos tomados por minutos										Promedio	Calificación	Tiempo normal	Tiempo estándar
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
De almacén de m.p. a cortado	5.4	1	5.4	00:03:10	00:03:15	00:03:11	00:03:06	00:03:10	00:03:17	00:03:14	00:03:00	00:03:05	00:03:10	00:03:10	1.05	00:03:19	00:03:41
De cortado a perfilado	6.2	12	74.4	00:08:36	00:09:00	00:09:36	00:09:00	00:08:24	00:10:48	00:09:24	00:11:12	00:11:00	00:13:36	00:10:04	1.07	00:10:46	00:11:57
De perfilado a armado	2.4	12	28.8	00:05:08	00:05:14	00:05:04	00:05:10	00:05:00	00:05:01	00:05:07	00:05:05	00:05:08	00:05:04	00:05:06	1.09	00:05:34	00:06:10
De armado a alistado	18.4	12	220.8	00:18:12	00:19:12	00:18:36	00:18:48	00:18:48	00:19:00	00:18:12	00:18:24	00:18:48	00:19:01	00:18:42	1.09	00:20:23	00:22:38
De alistado a almacén de p.t.	3.3	2	6.6	00:01:05	00:01:08	00:01:07	00:01:03	00:01:00	00:01:01	00:01:06	00:01:04	00:01:03	00:01:05	00:01:04	1.06	00:01:08	00:01:16
De almacén de p.t. a despacho	2.4	2	4.8	00:00:58	00:00:55	00:00:54	00:00:55	00:00:53	00:00:54	00:00:58	00:00:57	00:00:50	00:00:52	00:00:55	1.07	00:00:58	00:01:05
Total													00:39:00	-	00:42:08	00:46:46	

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1. Matriz distancia, tiempo y costo

Se tomó en cuenta la secuencia de fabricación del producto y el volumen de producción (ver figura 16). A partir del resultado en la tabla 22 se determinó el costo total de los desplazamientos

En la tabla 23 se realiza una matriz desde - hasta con las distancias de recorrido en metros entre las áreas, para la distribución propuesta.

Tabla N° 23.

Matriz de distancia por docena de calzado de vestir para dama

Matriz distancia (m)							
	A	B	C	D	E	F	G
A		5.4					
B			74.4				
C				28.8			
D					220.8		
E						6.6	
F							4.8
G							

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 24 se realiza una matriz desde - hasta con el tiempo que se genera al recorrer las distancias entre un proceso a otro.

Tabla N° 24.

Matriz de tiempo por docena de calzado de vestir para dama

Matriz tiempo (min)							
	A	B	C	D	E	F	G
A		00:03:41					
B			00:11:57				
C				00:06:10			
D					00:22:38		
E						00:01:16	
F							00:01:05
G							

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 25, se realiza la matriz de costo a partir del salario que se le paga al empleado, siendo S/ 1100 mensuales y sabiendo que se trabaja 8 horas al día y 26 días al mes.

Tabla N° 25.
Matriz de costo por minuto trabajado

Matriz costo S/ / min							
	A	B	C	D	E	F	G
A		S/0.09					
B			S/0.09				
C				S/0.09			
D					S/0.09		
E						S/0.09	
F							S/0.09
G							

Fuente: Elaboración Propia

En base a las tablas 23, 24 y 25 se determina el costo del manejo de materiales que le genera a la empresa moverse tantos metros de un área a otra, por docena de fabricación de calzado de vestir para damas siendo: S/ 4.10.

Tabla N° 26.
Matriz costo total

Matriz costo total							
	A	B	C	D	E	F	G
A		S/0.31					
B			S/1.04				
C				S/0.55			
D					S/2.01		
E						S/0.10	
F							S/0.09
G							
Costo de manejo de materiales por docena							S/4.10

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta que se fabrica al mes 200 docenas de calzado de vestir para dama; el costo de manejo de materiales por mes es de: S/ 820

Elaboramos un cuadro comparativo entre los costos de manejo de materiales por docena de zapatos de vestir fabricados entre ambas distribuciones, estos costos son obtenidos de la tabla 10 y tabla 26.

Tabla N° 27.

Comparación de costos entre la distribución actual y propuesta

	Costo total de la distribución actual	Costo total de la distribución propuesta
	S/0.58	S/0.31
	S/1.02	S/1.04
	S/1.40	S/0.55
	S/2.48	S/2.01
	S/0.28	S/0.10
	S/0.55	S/0.09
Por docena	S/6.31	S/4.10
Mensual (200 doc.)	S/1262	S/820

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 27 el beneficio que obtendría la empresa por producción mensual de 200 docenas de calzado de vestir para dama es de S/. 440.

Representando este ahorro en porcentaje, aplicamos la variación porcentual:

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

Variación porcentual = 35.02%

Concluimos que la empresa Mil Pies reducirá en un 35.02% el costo de manejo de materiales con el nuevo diseño de distribución de planta.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Con relación al objetivo específico 1: Realizar un diagnóstico de la distribución de la planta actual, determinar el tiempo de las distancias recorridas de una estación a otra, así como los costos de manejo de materiales.

Según los resultados obtenidos en la investigación, por medio de una encuesta realizada a la empresa, como se puede observar en la tabla 2, se revela que esta tiene una deficiente distribución de planta por lo que es probable que ello afecte al tema que se ha propuesto investigar, costo de manejo de materiales.

Empleando herramientas para identificar las causas que generan un elevado costo de manejo de materiales a la empresa, se obtiene que: la deficiente distribución de planta, las largas distancias recorridas, espacios reducidos y el excesivo número de trabajadores constituyen el 81.44% del problema. De esta manera a partir del análisis a la empresa se identificaron las áreas de trabajo que involucran el manejo de materiales (ver tabla 6) para así poder determinar que en una docena de zapatos de vestir fabricadas por la empresa Mil Pies, las distancias recorridas son de: 528.8 metros, el tiempo de las distancias recorridas son un total de: 1 hora, 11 minutos y 13 segundos y el costo de manejo de materiales es de S/6.31.

Al igual que (Arciniegas Limongi,2012) en su tesis **“PROPUESTA DE REDISEÑO DE LAYOUT Y MEJORAMIENTO EN EL FLUJO DE MATERIALES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE CALZADO FAME S.A.”** se analizó el estado actual de la planta calculando los costos de traslado del material, las distancias respectivas y el flujo de material, que evidenció problemas en la planta.

5.2. Con relación al objetivo específico 2: Elaborar una propuesta de un nuevo diseño y distribución de planta óptimo para la empresa.

Se obtuvo los espacios necesarios en base al método de Guerchet y junto con el método SLP, que toma en consideración la relación de importancia entre los departamentos, se logró una satisfactoria distribución: En el primer piso se ubicaron las áreas de: alistado, almacén de p.t. y despacho. En el segundo piso: área de cortado y almacén de materia prima. Y por último en el tercer piso: área de perfilado y armado o Ensuelado.

Del mismo modo que Gonzales & Tineo, (2015) en su investigación **“REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA HILADOS RICHARDS S.A.C – CHICLAYO 2015”** se propuso elaborar una redistribución de planta en base al método de Guerchet, determinando los espacios necesarios para el desplazamiento y también se utilizó el diagrama relacional para ver el recorrido de las actividades.

5.3. Con relación al objetivo específico 3: Determinar el porcentaje de reducción del costo de manejo de materiales con el nuevo diseño de distribución de planta.

Según los resultados obtenidos en la investigación, el costo de manejo de materiales entre cada proceso, con la propuesta de distribución de planta, con un volumen producido de 50 docenas de zapatos por cada semana y al mes 200 docenas de zapatos de vestir es de S/820. Evidentemente en comparación con el costo de manejo de materiales de la distribución actual, hay una mejoría del 35.02%

Al igual que Medina & Meregildo, (2018) en su tesis **“DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA TEXTIL WILMER SPORT SRL. DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”** se lograron reducir los costos de manejo de materiales a un 70.87% en comparación con la distribución actual de la empresa.

CONCLUSIONES

Para los objetivos específicos:

- Se diagnosticó que la empresa en estudio presenta una deficiente distribución de planta, lo que se evidencia en la encuesta de diagnóstico de distribución de planta, por lo cual se genera un tiempo en las distancias recorridas de 1 h 11 min 13 s y un costo de manejo de materiales de S/6.31 por docena de calzado.
- Se utilizó el procedimiento SLP para diseñar una propuesta de mejora, las cuales se resumen en las siguientes superficies necesarias para las áreas en la empresa de calzado Mil Pies: Almacén de materia prima: $6.529 m^2$, Área de cortado: $7.646 m^2$, Área de perfilado: $8.748 m^2$, Área de armado: $19.888 m^2$, Área de alistado: $3.888 m^2$, Área de producto terminado: $9.914 m^2$ y Área de despacho: $2.479 m^2$. En la nueva distribución óptima considerando lo mencionado con anterioridad; en el primer piso se trasladó a las áreas de: Despacho, Almacén de producto terminado y Alistado. En el segundo piso se trasladó a las áreas de: Cortado y Almacén de materia prima y para el tercer piso se trasladó a las áreas de: Armado y Perfilado.
- Con el modelo propuesto de distribución de planta el costo de manejo de materiales es de S/ 4.01 por una docena de zapatos de vestir, viéndose una disminución del 35.02% con respecto al costo antes de la distribución de planta.

RECOMENDACIONES

- Motivar a los colaboradores, haciéndolos sentir parte de esta propuesta de estudio, y para que puedan acostumbrarse a los cambios.
- Continuar con el registro de las cantidades producidas.
- Implementar medidas de seguridad; como señales de evacuación, extintores, y facilitar a los trabajadores equipos de protección personal para el desenvolvimiento de sus labores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Arciniegas Limongi, W. A., (2012). *Propuesta de rediseño de layout y mejoramiento en el flujo de materiales en el área de producción de la empresa de Calzado FAME S.A.* (tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Alva Manchego, D. J., & Paredes Cotohuanca, D. M. (2014). *Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Gonzales Laines, J. H., & Tineo Razuri, P. J. (2015). *Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa hilados Richards S.A.C.* (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Chiclayo.
- Caballero Ly, S. C., & Galindo Sanchez, Y. (2017). *Propuesta de un diseño de redistribución de planta para reducir los costos de manejo de material en la empresa de calzado Ronaldo S.A.C.* (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Medina Monteza, C. K., & Meregildo Peláez, K. J. (2018). *Diseño de distribución de planta en la empresa textil Wilmer Sport Srl. de la ciudad de trujillo* (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Novoa, G. R. (2017). *Influencia de la mejora del diseño y distribución de planta en los costos de producción, catsol srl, cajamarca – 2017* (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Prieto, L., & Bello, C. (2013). *Diseño de planta*. Bogotá, Colombia: Universidad De La Salle.
- Chase, R., Robert, J., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros*. Recuperado de [https://www.ucursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion de Operaciones - Completo.pdf](https://www.ucursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion%20de%20Operaciones%20-%20Completo.pdf)
- Platas García, J. A., & Cervantes Valencia, M. I. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones*. Recuperado de https://kupdf.net/download/planeaci-n-dise-o-y-layout-de-instalaciones-un-enfoque-por-competencias_59fec48e2b6f53e38848009_pdf
- Heizer, J., & Render, B. (Séptima Edición, 2009). *Principios de Administración y Operaciones*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/franciscofvazquez9/administracion-de-operaciones-7ma-edicion-jay-heizer-barry-render>
- Muther, R. (1970). *Distribución en planta*. Barcelona: Hipano Europea. Recuperado de <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf>
- Guachamin, S. (s.f.). *Diagrama de Proceso de Recorrido Niebel*. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/350931955/Diagrama-de-Proceso-de-Recorrido-NIEBEL>

Ramón Martínez, J. (2002). *Distribución en planta*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/la-distribucion-en-planta/>

Anexos:

ANEXO N°1

	2015	2016	2017	Promedio 2008-2017
Consumo masivo	0,2	1,5	0,2	3,1
Productos lácteos	3,1	-4,6	-4,9	2,9
Panadería	1,2	-4,6	3,1	0,8
Aceites y grasas	4,5	2,3	6,5	4,1
Productos alimenticios diversos	-8,0	-6,2	14,7	4,2
Cerveza y malta	-0,4	-0,8	0,0	2,6
Bebidas gaseosas	9,1	7,2	-3,9	6,2
Prendas de vestir	-8,7	-4,2	-4,3	-2,2
Calzado	3,0	4,1	16,2	7,3
Muebles	7,8	5,7	-5,1	7,3
Otros artículos de papel y cartón	12,5	1,6	12,7	7,9
Productos de tocador y limpieza	-1,9	9,8	-14,9	2,6
Productos farmacéuticos	-20,4	10,1	-8,0	-2,5
Manufacturas diversas	-6,0	-9,9	15,0	-0,9
Exportaciones	-6,3	-4,2	-1,9	-1,5
Conservas de alimentos	-4,2	4,1	-2,9	3,3
Fibras sintéticas	-10,5	-4,0	0,9	-3,1
Hilados, tejidos y acabados	-5,1	-7,7	-1,6	-2,6
Tejidos y artículos de punto	-5,9	-10,2	4,1	-3,4
Prendas de vestir	-8,7	-4,2	-4,3	-2,2
Insumos	-4,4	-0,7	-3,2	1,6
Harina de trigo	0,6	-4,4	0,6	1,3
Otros productos textiles	-7,0	-1,0	8,9	-1,7
Madera	-11,0	-4,4	-32,0	-8,7
Papel y cartón	-16,6	-5,5	-7,3	0,0
Envases de papel y cartón	1,4	7,4	7,9	4,9
Actividades de edición e impresión	-17,9	2,5	-16,6	0,3
Sustancias químicas básicas	0,9	-6,4	5,3	1,4
Explosivos, esencias naturales y químicas	19,6	3,9	-3,7	7,9
Caucho	-5,2	-10,5	6,6	-2,0
Plásticos	-1,7	-0,8	1,3	4,7
Vidrio	0,2	9,5	2,3	10,1
Orientados a la inversión	-3,6	-5,1	-0,4	4,8
Industria del hierro y acero	-3,6	2,2	4,5	0,7
Productos metálicos	2,8	-10,2	-3,8	6,6
Maquinaria y equipo	-7,3	-9,2	22,8	2,2
Maquinaria eléctrica	-30,5	15,6	-5,2	-1,0
Material de transporte	-7,1	-16,2	-5,6	5,7
Pinturas, barnices y lacas	-2,4	-9,1	5,3	4,8
Cemento	-1,9	1,5	0,7	5,5
Materiales para la construcción	-3,1	-5,4	-3,0	4,1
Servicios industriales	-7,0	-2,6	-4,5	7,9
Total Manufactura no Primaria	-2,6	-1,6	-0,9	2,5

Fuente: Ministerio de la Producción.

Figura N° 17. Crecimiento de la manufactura no primaria por tipo de bienes (variaciones porcentuales reales)

ANEXO N°2

PARTICIPACIÓN DEL COSTO DE MANEJO DE MATERIALES FRENTE AL COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN

Tabla N° 1.

Costo de manejo de materiales vs. años de venir laborando

Año	Producción anual (doc.)	Costo de elaboración (S/.)	Costo de manejo de materiales (S/.)	Costo de producción	% participación
2013	1432	313.11	572.80	37364.44	1.53%
2014	1680	312.28	700.00	43719.20	1.60%
2015	1824	311.74	788.88	47384.48	1.66%
2016	2016	306.80	890.40	51542.40	1.73%
2017	2160	301.30	1044.00	54234.00	1.92%

Fuente: Empresa de calzado Mil Pies

ANEXO N° 3

Emplea la escala de 1 a 5 para evaluar a la empresa donde:

- 1= Deficiente
- 2= Regular
- 3= Bien
- 4= Muy Bien
- 5= Excelente

Tabla N° 28.

Diagnóstico para proponer cambios en la distribución de una planta

Síntomas de necesidad de mejoras en la distribución	Evaluación
<p>Rojo Si la suma de la evaluación está entre 35 y 40 puntos, es un claro síntoma de que es necesaria la mejora en la distribución de la planta.</p> <p>Amarillo Si la calificación se ubica entre 20 y 34 puntos, significa que hay que estar alerta, ya que, aunque la mejora en la distribución no es un objetivo inmediato, sí puede llegar a ser necesario en un mediano plazo.</p> <p>Verde Si la calificación es inferior a 20 puntos, no existen síntomas alarmantes que indiquen la necesidad de realizar mejoras en la distribución</p>	
Factores a considerar en el diagnóstico	
1. Factor material	
a) Alto porcentaje de piezas rechazadas	4
b) Grandes cantidades de piezas averiadas, estropeadas o destruidas en proceso, pero no en las operaciones productivas.	5
c) Entregas lentas entre departamentos	4
d) Artículos voluminosos, pesados o costosos movidos a grandes distancias que otros más pequeños, más ligeros o menos caros.	2
e) Material que se extravía o que pierde su identidad	5
f) Tiempo en extremo prolongado de permanencia del material en proceso, en comparación con el tiempo real de operación.	5
2. Factor maquinaria	4
a) Maquinaria inactiva.	4
b) Muchas averías de maquinaria.	2
c) Maquinaria anticuada.	4
d) Equipo que causa excesiva vibración, ruido, suciedad, vapores.	4

e) Equipo demasiado largo, alto, ancho o pesado para su ubicación.	4
f) Maquinaria y equipo inaccesibles.	4
3. Factor hombre	
a) Condiciones de trabajo poco seguras o elevada proporción de accidentes.	5
b) Área que no se ajusta a los reglamentos de seguridad, de edificación o contra incendios.	4
c) Quejas acerca condiciones de trabajo incómodas.	4
d) Excesiva rotación de personal.	4
e) Obreros de pie u ociosos durante gran parte de su tiempo en la planta.	4
f) Equívocos entre operarios y personal de servicios.	4
g) Trabajadores calificados que realizan operaciones de servicio (mantenimiento).	5
4. Factor movimiento, manejo de materiales	
a) Retrocesos y cruces en la circulación de los materiales.	3
b) Operarios calificados o altamente pagados que realizan operaciones de manejo.	3
c) Mucho tiempo invertido en recoger y dejar materiales o piezas.	3
d) Frecuentes acarreos y levantamientos a mano.	4
e) Frecuentes movimientos de levantamiento y traslado que implican esfuerzo.	4
f) Operarios en espera de sincronizarse con el equipo de manejo.	3
g) Traslados de larga distancia y demasiado frecuentes.	4
h) Equipo de manejo inactivo y/o de manipulación ocioso.	4
i) Congestión en los pasillos, manejo excesivo y transferencias.	4
5. Factor almacenamiento	
a) Grandes cantidades de almacenamiento de todas las clases.	5
b) Gran número de pilas de material en proceso de espera.	5
c) Confusión, congestión, zonas de almacenajes disformes o muelles de recepción y embarque.	3
d) Operarios en espera del material en los almacenes o en los puestos de trabajo.	5
e) Poco aprovechamiento de la tercera dimensión en las áreas de almacenaje.	4
f) Materiales averiados o mermados en las áreas de almacenamiento.	4
g) Elementos de almacenamiento inseguro o inadecuado.	4
h) Manejo excesivo en las áreas de almacén o repetición de las operaciones de almacenamiento.	5
i) Errores frecuentes en las cuentas o en los registros de existencias.	5
j) Costos elevados por demoras y esperas de los conductores de carretillas.	5
6. Factor servicio	

a) Personal pasando por los vestidores, lavabos o entradas y accesos establecidos.	5
b) Quejas acerca de instalaciones inadecuadas.	4
c) Puntos de inspección o control en lugares inadecuados.	5
d) Inspectores y elementos ociosos de inspección y prueba.	4
e) Entregas retrasadas de material a las áreas de producción.	4
f) Gran número de personal empleado en recoger desechos y desperdicios.	4
g) Demoras en las reparaciones.	4
h) Costos de mantenimiento indebidamente altos.	4
i) Líneas de servicios auxiliares que se rompen o averían con frecuencia.	3
j) Elevada proporción de empleados y personal de servicio con relación a los trabajadores de servicio.	5
k) Número excesivo de reordenaciones del equipo, precipitadas o de emergencia.	5
l) Trabajadores que realizan sus propias ampliaciones o modificaciones en el cableado, tuberías, conductos y otras líneas de servicio.	4
7. Factor edificio	
a) Paredes y otras divisiones que separan áreas con productos, operaciones o equipos similares.	5
b) Sobrecarga de los montacargas o excesiva espera de los mismos.	5
c) Pasillos principales, pasos y calles, estrechos o torcidos.	5
d) Edificios distribuidos sin seguir ningún patrón.	5
e) Edificios atestados, trabajadores que interfieren entre sí, almacenamiento o trabajo en los pasillos, áreas de trabajo saturadas, en especial si el espacio en las áreas colindantes es abierto.	5
8. Factor cambio	
a) Cambios anticipados o corrientes en el diseño del producto, materiales, producción, variedad de productos.	5
b) Cambios anticipados o corrientes en los métodos, maquinaria o equipo.	5
c) Cambios anticipados o corrientes en el horario de trabajo, estructura de la organización, escala de pagos o clasificación del trabajo.	4
d) Cambios anticipados o corrientes en los elementos de manejo y de almacenaje, servicios de apoyo a la producción.	5

Fuente: Platas & Cervantes, (2014)

ANEXO N° 4

Tabla N° 29.

Calificación del operario por el método de evaluación WestingHouse

Habilidad			Esfuerzo		
+ 0.15	A1	Superhábil	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Superhábil	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Bueno	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Bueno	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
- 0.05	E1	Regular	- 0.04	E1	Regular
- 0.10	E2	Regular	- 0.08	E2	Regular
- 0.16	F1	Pobre	- 0.12	F1	Pobre
- 0.22	F2	Pobre	- 0.17	F2	Pobre
Condiciones			Consistencia		
+ 0.06	A	Ideal	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelente	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buena	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
- 0.03	E	Regular	- 0.02	E	Regular
- 0.07	F	Pobre	- 0.04	F	Pobre

ANEXO N° 5

SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
Suplemento por necesidades personales	5	7
Suplemento base por fatiga	4	4

SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
Suplemento por trabajar de pie	2	4	Concentración intensa		
Suplemento por postura anormal			Trabajos de cierta precisión	0	0
Ligeramente incómoda	0	1	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
Incómoda	2	3	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Muy incómoda	7	7	Ruido		
Uso de fuerza/energía muscular			Continuo	0	0
2.5	0	1	Intermitente y fuerte	2	2
5	1	2	Intermitente y muy fuerte	5	5
10	3	4	Tensión mental		
25	9	20	Proceso bastante complejo	1	1
			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
35.5	22	-	Muy complejo	8	8
Mala iluminación			Monotonía		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
Condiciones atmosféricas			Tedio		
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo algo aburrido	0	0
16	0		Trabajo bastante aburrido	2	1
8	10		Trabajo muy aburrido	5	2
4	45				
2	100				

Figura N° 18. Suplementos expuestos por la OIT