



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

Tesis

"Propuesta de redistribución de las instalaciones de
Comercializadora Keter S.A de C.V para la mejora de la
producción"

PRESENTA:

ALEJANDRA KARINA LÓPEZ GARCÍA

CON NÚMERO DE CONTROL

17TE0071*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA INDUSTRIAL

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO

IIND-2010-227

DIRECTOR (A) DE TESIS:

DR. JORGE RIVERA FLORES

"La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana"

TEZIUTLÁN, PUEBLA, MAYO 2022



PRELIMINARES

Agradecimientos

A mi madre:

Por el apoyo incondicional cuando más lo necesité y por darme la motivación se seguir adelante y de que se puede ser mejor cada día.

A mi padre:

Por todo lo que hizo por mí en mis primeros años de educación y por su recuerdo y ejemplo que me motiva cada día a salir adelante.

A mis hermanos:

Porque me brindaron su apoyo y su guía, y por creer en mí.

A los maestros:

Por brindarme sus conocimientos, por siempre aclarar las dudas y por motivarme.

A la empresa:

Comercializadora Keter S.A. de C.V. por las facilidades brindadas durante mi estadía en ella para poder desarrollar el presente proyecto.

A mi asesor:

Doctor Jorge Rivera Flores, por mostrar siempre apertura en la aclaración de mis dudas y por su apoyo en la realización del proyecto.

Resumen

El diseño de una instalación afecta directamente la calidad del producto que se elabora en una compañía, debido a todos los factores que engloba, es importante por ello prestar especial atención a la estructura física de una organización.

El fin de este proyecto es precisamente, buscar una mejora en la distribución de las instalaciones. Por lo anterior, se procede a recopilar la información necesaria para aplicar los métodos Guerchet y la Planeación Sistemática de la Distribución de la Planta (SLP, por sus siglas en inglés).

Para el comienzo del estudio, se recopiló información básica de la planta. Después se procedió a dar un breve resumen de cada una de las áreas que la integran.

Para el presente proyecto se utilizó la metodología Guerchet para calcular los mínimos espacios físicos de la planta necesarios para desarrollar cada una de las actividades de forma óptima, para poder aplicar este método antes se realizó un balanceo de línea en que se obtuvieron la cantidad de maquinaria y personal para el área de producción, una vez que se tuvieron dichos datos se procedió a los cálculos de las superficies estática, de gravitación y de evolución.

Para continuar se aplicó la metodología SLP, que está diseñada para la planeación de la distribución de la planta.

De esta manera se busca mejorar la distribución de la planta y también la producción.

Introducción

Actualmente, la competitividad entre empresas ha ido creciendo, la industria textil no es la excepción, las empresas que tienen una buena estructura son las que mayor competitividad ofrecen debido a que sus actividades están bien establecidas.

Contar con un diseño de planta permite que las actividades dentro de ella se desarrollen con la calidad requerida. Por ello, a través de esta propuesta se busca mejorar las condiciones en cuanto a distribución se refiere de modo que se puedan llevar a cabo las actividades eficientemente.

Durante el desarrollo de la propuesta se calcularán los tiempos estándar de cada operación, estos datos se ocuparán para el balanceo de línea actual y para la elaboración de un segundo balanceo en el que se estime un aumento de la producción de un 10%.

Después de realizar los cálculos del balanceo de línea se aplicará el método Guerchet que permitirá determinar las medidas del área de producción, para después aplicar el método SLP, este método ayudará a planear la distribución de cada departamento de la empresa Comercializadora Keter S.A. de C.V.

Una buena distribución de planta tiene grandes beneficios para las empresas algunos de ellos son los siguientes:

Se reducen tiempos de espera y transporte entre departamentos debido a que estos se ubican de acuerdo a la relación de proximidad que existe entre ellos quedando más cercanos los que tienen más relación y más lejanos los que tienen menor relación.

La manipulación de los materiales se hace de forma más eficiente al contar con espacios adecuados para su manipulación.

Los operarios tienen mejor desempeño al contar con espacios que facilitan sus tareas dentro de la planta.

Para comenzar a estructurar el presente trabajo, en el capítulo I se elaboró un resumen con los datos más importantes acerca de la empresa como son: misión, visión, valores, estructura organizacional, macro y micro localización; después de conocer esos datos se redactaron el objetivo general y los específicos del estudio.

En el capítulo II, se redactó el marco teórico con toda la información necesaria para desarrollar el trabajo.

Después, en el capítulo III se presentó el procedimiento y la descripción de las actividades realizadas, el alcance y el enfoque de la investigación, así como la hipótesis; se desarrolló la descripción de cada una de las áreas dentro de la planta y se aplicaron las metodologías expuestas en el capítulo anterior.

En el capítulo IV, se presentan los resultados esperados de la propuesta. En el capítulo VI se redactaron las conclusiones, limitaciones y recomendaciones.

Luego, en el capítulo VI se presentan las competencias genéricas y específicas que se desarrollaron durante el presente.

Finalmente, en el capítulo VII se enlistan cada una de las fuentes de información consultadas para la investigación y, en el capítulo VIII se encuentran los anexos.

Índice

Preliminares.....	2
Agradecimientos.....	3
Resumen.....	4
Introducción.....	5
Índice.....	7
Capítulo I Generalidades del Proyecto	
1.1 Descripción de la Empresa.....	11
1.1.1 Comercializadora Keter S.A de C.V.....	11
1.1.2 Misión.....	11
1.1.3 Visión.....	11
1.1.4 Valores.....	12
1.1.5 Estructura organizacional.....	13
1.1.6 Macro localización.....	14
1.1.7 Micro localización.....	14
1.1.8 Distribución de la planta Comercializadora Keter S.A de C.V.....	15
1.1.9 Área de desarrollo del proyecto.....	17
1.2 Problemas de investigación a resolver.....	17
1.3 Preguntas de Investigación.....	18
1.4 Objetivos.....	
1.4.1 Objetivo General.....	18
1.4.2 Objetivos Específicos.....	19
1.5 Justificación.....	20
Capítulo II Marco Teórico	
2.1 Distribución de Instalaciones.....	23
2.1.2 Tipos de instalaciones.....	23
2.1.3 Diagrama de Flujo del Proceso.....	24
2.1.4 Diagrama de Recorrido.....	25
2.2 Metodología.....	25

2.2.1 Método Guerchet.....	25
2.2.1.1 Superficie Estática.....	26
2.2.1.2 Superficie de Gravitación.....	27
2.2.1.3 Superficie de Evolución.....	27
2.2.2 Balanceo de Línea.....	28
2.2.2.1 Tiempo Normal.....	29
2.2.2.2 Tiempo Estándar.....	29
2.2.2.3 Tiempos Suplementarios.....	29
2.2.3 Método SLP (Systematic Layout Planning).....	30
2.2.3.1 Tabla Relacional.....	32
2.2.3.2 Diagrama Relacional.....	33
2.3 Tecnología Utilizada.....	34
2.3.1 Cycle Time.....	34
2.3.2 AutoCAD.....	34

Capítulo III Desarrollo y Metodología

3.1 Procedimientos y Descripción de las Actividades Realizadas.....	36
3.2 Alcance y Enfoque de la Investigación.....	37
3.3 Hipótesis.....	38
3.4 Diseño y Metodología de la Investigación.....	38
3.5 Áreas Dentro de la Empresa.....	39
3.5.1 Área de Corte.....	39
3.5.2 Área de Estampado.....	40
3.5.3 Área de Foleo.....	40
3.5.4 Área de Producción.....	40
3.5.5 Área de Revisado y Deshebrado.....	42
3.5.6 Área de Terminado.....	42
3.6.7 Área de Embarque.....	43
3.6 Diagrama de Flujo del Proceso.....	44
3.7 Diagrama de Recorrido.....	45

3.8 Producción Estimada.....	46
3.9 Tipo de Distribución.....	48
3.10 Estándar de Producción.....	49
3.11 Balanceo de Línea.....	65
3.12 Método Guerchet.....	70
3.13 Método SLP.....	73
Capítulo IV: Resultados	
4.1 Resultados Esperados de la Propuesta.....	85
Capítulo V Conclusiones	
5.1 Conclusiones.....	93
5.2 Conclusiones relativas a los Objetivos Específicos.....	93
5.3 Limitaciones del Modelo Planteado.....	94
5.4 Recomendaciones.....	94
Capítulo VI Competencias Desarrolladas	
6.1 Competencias Genéricas.....	96
6.2 Competencias Específicas.....	97
Capítulo VII Fuentes de Información	
7.1 Bibliografía.....	99
Capítulo VIII Anexos	
Anexo 1: Tabla de Suplementos.....	103
Anexo 2: Tablas de Valores de Relaciones de Proximidad.....	104
Anexo 3: Carta de autorización para consulta y publicación del trabajo de investigación	105
Anexo 4: Dictamen de liberación.....	106
Índice de Figuras	107
Índice de Tablas	109

CAPÍTULO I

GENERALIDADES COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V.

1.1 Descripción de la Empresa

A continuación, se presentan los datos generales de la empresa, así como su misión, visión, valores, estructura organizacional.

1.1.1 Comercializadora Keter S.A. de C.V.

Comercializadora Keter es una compañía del ramo manufacturero 100% mexicana, fue fundada en el año 2006 por sus actuales propietarios quienes en conjunto tienen más de 25 años de experiencia en el ramo de la confección. Desde su fundación cuenta con presencia en el mercado nacional e internacional. Esta establecida en Teziutlán, Puebla, México. Desde su creación han tenido el firme propósito de trascender y mantenerse siempre a la vanguardia a nivel empresarial, social y tecnológico.

La empresa cuenta con infraestructura tecnológica y supervisión constante por parte de personal calificado para el manejo de la maquinaria con lo cual garantiza la entrega de los pedidos puntualmente y con un estricto control de calidad. La empresa, además, se somete a auditorías tanto internas como externas, así como evaluaciones elaboradas tanto por sus clientes como por instancias gubernamentales y privadas, nacionales e internacionales.

1.1.2 Misión

Ser una empresa de manufactura líder en la industria de la confección, desarrollando continuamente nuestra capacidad competitiva en cuanto a calidad, costos, volumen de producción y tiempos de entrega con el fin de mantener nuestro liderazgo y crecimiento para poder seguir satisfaciendo y solucionando las necesidades de nuestros clientes.

1.1.3 Visión

Desarrollarse como una empresa en donde los principios de administración de la calidad total se apliquen con éxito a lo largo de todos los procesos productivos de la compañía. Esto le permitirá alcanzar y mantener ventajas competitivas en el ramo manufacturero, a través de una oferta superior en valor, calidad, servicio, precio y entrega.

1.1.4 Valores

Los valores que se implementan dentro de Comercializadora Keter S.A de C.V. son los siguientes:

Legalidad: Hace sólo aquello que las normas expresamente les confieren y en todo momento someten su actuación a las facultades que las leyes, reglamentos y demás disposiciones jurídicas atribuyen a su empleo, cargo, o comisión.

Honradez: Todos los trabajadores se conducen con rectitud sin utilizar su empleo, cargo o comisión para obtener algún beneficio, no aceptan compensaciones, prestaciones, dádivas y obsequios de cualquier persona u organización, debido a que están conscientes que ello compromete sus funciones.

Lealtad: Los empleados tienen una vocación absoluta de servicio a la sociedad, y satisfacen el interés superior de las necesidades colectivas por encima de intereses particulares, personales o ajenos al interés general y bienestar de la población.

Imparcialidad: Todos los trabajadores dan a los ciudadanos y a la población en general el mismo trato, no conceden privilegios o preferencias a organizaciones o personas, ni permiten que influencias, intereses o prejuicios indebidos afecten su compromiso para tomar decisiones o ejercer sus funciones de manera objetiva.

Eficiencia: Cada uno de los empleados actúan conforme a una cultura de servicio orientada al logro de resultados, procurando en todo momento un 14 mejor

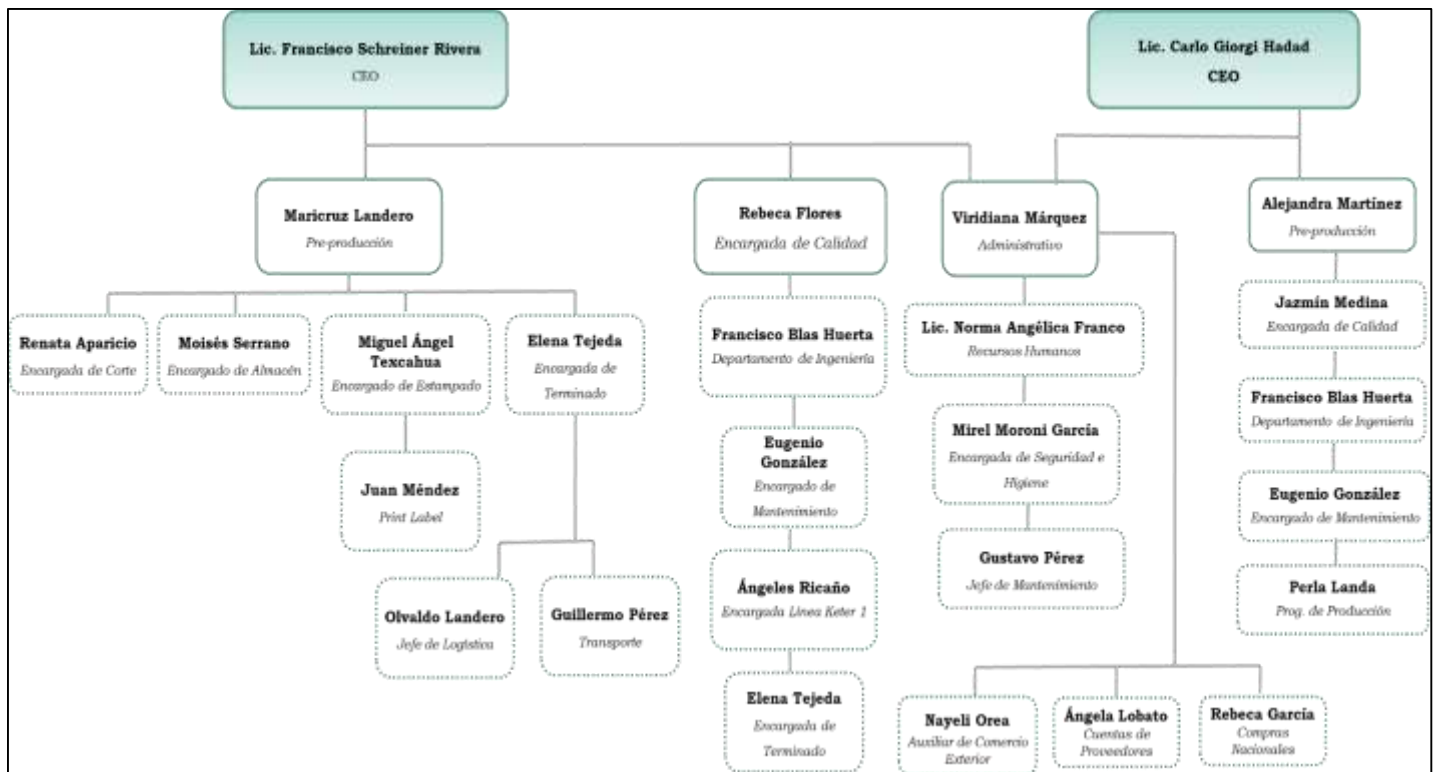
desempeño de sus funciones a fin de alcanzar las metas institucionales según sus responsabilidades (Ketermex, 2019).

1.1.5 Estructura Organizacional

Es importante conocer la estructura organizacional de la empresa ya que es la forma en la que se asignan las responsabilidades y funciones que debe desarrollar cada miembro dentro de la compañía.

La estructura organizacional de Comercializadora Keter S.A de C.V. se presenta en la siguiente figura, donde se señalan cada uno de los puestos y su encargado correspondiente:

Imagen 1: Organigrama Comercializadora Keter S.A. de C.V.



Fuente: Elaboración propia.

1.1.6 Macro localización:

A continuación, se presenta la macro localización de la empresa Comercializadora Keter S.A. de C.V. la cual se ubica en el municipio de Teziutlán, estado de Puebla.

Imagen 2: Macro localización Comercializadora Keter

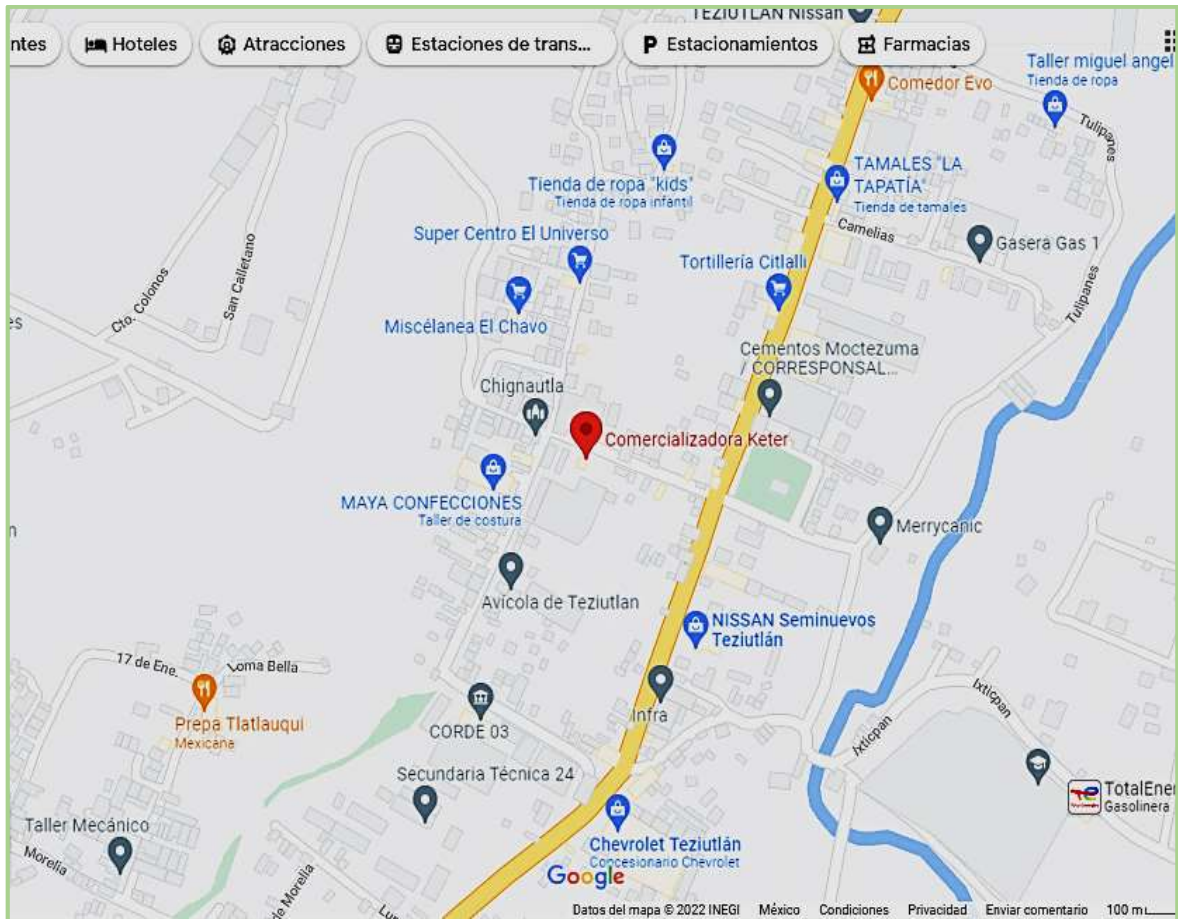


Fuente: (Google Maps, 2022)

1.1.7 Micro localización

Comercializadora Keter S.A de C.V. se ubica en la dirección Calle Alfredo Castillo Ávila #23, barrio de Chignaulingo, Teziutlán, Puebla, como se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 3: Micro localización Comercializadora Keter



Fuente: (Google Maps, 2022)

1.1.8 Distribución de la Planta Comercializadora Keter S.A. de C.V.

En la imagen que se presenta a continuación, se observa el plano de la Comercializadora Keter, donde se visualizan todas las áreas dentro de la planta.

Imagen 4: Plano Comercializadora Keter



Fuente: Elaboración propia.

1.1.9 Área de Desarrollo del Proyecto

El proyecto se desarrollará para toda la planta, haciendo los estudios y cálculos del área que así lo requiera. Este proyecto se centra en la redistribución de la instalación debido a los problemas detectados dentro de la planta, ocasionados por el desaprovechamiento del espacio disponible.

1.2 Problemas de Investigación a Resolver

El orden físico que se destina para cada departamento dentro de una nave industrial es resultado de lo que conocemos como distribución de la planta. El espacio que corresponde a cada departamento se le asigna haciendo un estudio que nos ayuda a conocer el tamaño tanto de los departamentos como el tamaño de los espacios necesarios para almacenamiento y maniobras de manipulación de materiales. (Bertha, 2014)

La distribución de instalaciones se aplica en dos casos, el primero cuando se desea hacer la planeación y diseño de una nueva planta y, el segundo caso cuando se necesita corregir alguna distribución existente, ya sea porque en un principio no se llevó a cabo el estudio o debido a la implementación de un nuevo departamento dentro de la planta.

El desarrollo del proyecto se aplica en el segundo caso antes mencionado. Los problemas que buscan resolverse se mencionan a continuación:

Espacio reducido entre líneas de producción: En la planta se cuenta con 2 líneas de producción, Keter 1 que es la línea más grande misma que tiene cuatro filas de máquinas y una fila de revisado, y Keter 5 donde son filas de máquinas de confección. En el área destinada para ambas líneas no hay un espacio suficiente entre cada fila de maquinaria lo que dificulta las maniobras y en ocasiones llega a causar accidentes, lo que conlleva a retrasos en la producción.

No se aprovechan los espacios debido a una distribución ineficiente: Dentro de la planta se han hecho modificaciones para el acomodo de áreas nuevas, pero no se ha realizado un estudio para determinar cuál sería la distribución ideal de dichas áreas o si afectan a las demás. Como consecuencia se han ido recorriendo áreas en espacios disponibles o reduciendo el espacio de otras.

Materia prima en los pasillos: Es muy común encontrar tela o producto en proceso en varias partes de la instalación o las mesas donde los operarios acomodan la prenda después de la operación bloqueando los espacios de los pasillos.

El proyecto se enfoca en resolver los problemas antes mencionados, realizando los estudios pertinentes para mejorar la distribución de la planta en general.

1.3 Preguntas de Investigación

¿Tiene logros significativos para la empresa?

¿Se cuenta con el tiempo suficiente para estructurar la propuesta de redistribución de las instalaciones?

¿Es un tema de interés para la empresa y en general?

¿Se tiene acceso a la información necesaria?

¿Cuáles son los datos a recopilar?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de redistribución de las instalaciones de Comercializadora Keter S.A. de C.V., con base en las metodologías Guerchet y SLP con el fin de mejorar el proceso productivo dentro de la planta.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar una propuesta de redistribución que permita utilizar el espacio de la planta eficientemente y ahorrar espacio, al disminuirse las distancias de recorrido y eliminarse pasillos inútiles y materiales en espera.
- ✓ Aplicar la metodología Guerchet para el cálculo del área de producción y poder evitar áreas incómodas y que hacen tedioso el trabajo para el personal.
- ✓ Aplicar la metodología SLP para la distribución de los departamentos de la propuesta.
- ✓ Elaborar el balanceo de línea para determinar la capacidad de producción de la empresa.
- ✓ Aplicar el diagrama de flujo del proceso y el diagrama de recorrido para conocer la secuencia de las actividades y determinar la relación entre departamentos.

En el siguiente apartado se presenta la justificación del proyecto y la importancia de la implementación del mismo para la empresa.

1.5 Justificación

“Cuando se usa el término distribución de la planta, se alude a veces a la disposición física ya existente, otras ocasiones a una distribución proyectada frecuentemente al área de estudios o al trabajo de realizar una distribución en planta.

En un entorno globalizado cada vez más las compañías deben asegurar a través de los detalles sus márgenes de beneficio. Por lo tanto, es importante evaluar con especial atención mediante un adecuado diseño y distribución de la planta, todos los detalles acerca de qué, cómo, con qué y dónde producir o prestar un servicio, así como también los detalles de la capacidad de tal forma que se obtenga el mejor desempeño de las instalaciones.” (López, 2021)

Comercializadora Keter S.A. de C.V. es una empresa que cuenta con mercado tanto nacional como internacional, debido a ello contar con instalaciones adecuadas para el desarrollo de las actividades de la compañía es de suma importancia, ya que de lo contrario se pueden enfrentar dificultades durante la fabricación o manipulación de los productos.

El área de producción dentro de la empresa es una de las áreas con mayor relevancia, dentro de ella se unifica el trabajo de las demás, pues es en esta donde se arma la prenda. A través de la observación del área de producción se detectaron algunos problemas como: espacios reducidos entre máquinas, material fuera de su lugar, se observa que con el tiempo la demanda para la empresa ha ido aumentando y por ello se han tenido que adaptar los espacios, pero sin ningún estudio previo.

Este proyecto busca a través del estudio de las variantes que intervienen en la distribución de la planta mejorar el acomodo dentro de la empresa para obtener el máximo beneficio y disminuyendo los accidentes ocasionados por la mala distribución y falta de los señalamientos necesarios.

Para el diseño de la distribución de la planta se contempla precisamente contar con los espacios necesarios para desarrollar las actividades de los operarios con seguridad, siendo además de uno de los objetivos de la distribución de planta, de esta manera se eliminan las condiciones en los espacios de trabajo que pudieran afectar la integridad del personal.

“Las decisiones sobre distribución implican la determinación de la localización de los departamentos, de los grupos de trabajo dentro de los departamentos, de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de mantenimiento de las existencias dentro de las instalaciones de producción. El objetivo es organizar estos elementos de una manera tal que se garantice un flujo de trabajo uniforme. En general, los componentes de la decisión sobre distribución son los siguientes:

- ✓ La especificación de los objetivos y criterios correspondientes que se deben utilizar para evaluar el diseño. La cantidad de espacio requerida y la distancia que debe ser recorrida entre los elementos de la distribución son criterios básicos comunes.
- ✓ Los requisitos de procesamiento en términos del número de operaciones y de la cantidad de flujo entre los elementos de la distribución
- ✓ Los requisitos de espacio para los elementos de la distribución
- ✓ La disponibilidad de espacio dentro de las instalaciones o, si éstas son nuevas, las posibles configuraciones del edificio.” (Preciado, 2014)

“Una deficiente distribución en planta proporciona congestión y deficiente utilización del espacio, la acumulación excesiva de materiales en proceso, excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo, simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo, ansiedad y malestar de la mano de obra, accidentes laborales y dificultad y control de las operaciones y de personal.” (Rivera, 2015)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Distribución de Instalaciones

La distribución de instalaciones se define como el acomodo de los departamentos, así como los grupos de trabajo dentro de los mismos que integran una organización. La distribución de las instalaciones contempla cada uno de los espacios necesarios para maniobras de manejo de materiales, el espacio que cada trabajador ocupa para desarrollar su operación, el almacenamiento, pasillos, puntos de reunión, etc. Todos estos espacios son requeridos por la organización para operar correctamente y asegurando un flujo continuo del trabajo. (Naranjo, 2018)

2.1.2 Tipos de Instalaciones

Existen diferentes tipos de distribución de instalaciones estos de acuerdo al tipo de empresa y operaciones que realiza, en el siguiente apartado se detalla cada uno de los tipos de instalaciones:

- ✓ **Distribución por posición fija del material**

Este tipo de distribución se utiliza cuando las proporciones o características del componente principal impiden que este sea desplazado a otro lugar. Es decir, la maquinaria y personal necesario para su manufactura se desplazan hacia donde se ubica el producto en proceso, ejemplos de este tipo de productos son los misiles o barcos grandes.

- ✓ **Distribución por proceso o función**

Para trabajar con este tipo de distribución se agrupan todas las operaciones del mismo tipo. Se aplica cuando la organización fabrica productos que necesitan la misma maquinaria y de cada producto se producen cantidades relativamente pequeñas.

✓ **Distribución por producto o en línea**

Conocida como producción en cadena; en esta distribución se fabrica cierto tipo de producto. En la distribución por producto se agrupan toda la maquinaria y equipo requerido para fabricar el producto, y este está en movimiento a lo largo de la línea hasta completar la secuencia de operaciones de su maquilado.

✓ **Distribución para manufactura celular**

Para el desarrollo de este tipo de manufactura se hace uso de la tecnología de grupos en el que la maquinaria diferente se separa en grupos llamados celdas o células, cada una de las células produce una parte o una familia de productos. (Reyes, 2021)

2.1.3 Diagrama de Flujo del Proceso

El diagrama de flujo, es una herramienta utilizada para representar la secuencia e interacción de las actividades del proceso a través de símbolos gráficos. Los símbolos proporcionan una mejor visualización del funcionamiento del proceso, ayudando en su entendimiento y haciendo la descripción del proceso más visual e intuitivo.

En la gestión de procesos, la herramienta tiene como objetivo garantizar la calidad y aumentar la productividad de los trabajadores. Esto sucede pues la documentación del flujo de las actividades hace posible realizar mejoras y aclara mejor el propio flujo de trabajo.

Entre las ventajas de utilizar el diagrama de flujo, se encuentran:

- Mejora la comprensión del proceso de trabajo.
- Muestra los pasos necesarios para la realización del trabajo.
- Crea normas estándar para la ejecución de los procesos.
- Demuestra la secuencia e interacción entre las actividades / proyectos.
- Puede ser utilizado para encontrar fallas en el proceso.

- Se puede utilizar como fuente de información para el análisis crítico.
- Facilita la consulta en caso de dudas sobre el proceso. (Meire, 2018)

2.1.4 Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido complementa la información consignada los diagramas del proceso; este consiste en un plano (que puede ser o no a escala), de la planta o sección donde se desarrolla el proceso objeto del estudio. En este diagrama se registran todos los diferentes movimientos del material, indicando con su respectivo símbolo y numeración cada una de las diferentes actividades, y el lugar donde estas se ejecutan.

El diagrama de recorrido permite visualizar los transportes, los avances y el retroceso de las unidades, los «cuellos de botella», los sitios de mayor concentración, etcétera; a fin de analizar el trabajo para ver que se puede mejorar (eliminar, combinar, reordenar, simplificar). (López, Ingeniería Industrial Online, 2019)

2.2 Metodología

La metodología es la disciplina que estudia el conjunto de técnicas o métodos que se usan en las investigaciones científicas para alcanzar los objetivos planteados. Es una pieza fundamental para el estudio de las ciencias.

Todos los métodos de investigación deben seguir una metodología, que se vale de una teoría normativa, descriptiva y comparativa acerca del método, sumado al proceder del investigador. (Etecé, 2021)

Para el desarrollo de la presente propuesta se aplicarán las siguientes metodologías:

2.2.1 Método Guerchet

El método de Guerchet se emplea para determinar el espacio físico de una planta o negocio. Este método puede ser utilizado para para el diseño inicial de la instalación

si es el caso, o en su defecto para la adecuación correcta de una planta que no cumple con los estándares propios para desarrollo de las actividades de los operarios, el movimiento de las materias primas en el proceso productivo o el movimiento de maquinaria o equipo que se requiera.

El método Guerchet se basa en que a partir del cálculo del espacio de trabajo que se necesita para una máquina, luego este espacio se irá ampliando gradualmente de acuerdo al manejo de la materia prima y material en proceso de producción. En este método los cálculos son parciales, después se suman las áreas obtenidas para obtener el área completa de trabajo. (Bertha, 2014)

Para desarrollar este método es necesario calcular tres superficies:

Ss = Superficie Estática

Sg = Superficie Gravitacional

Se = Superficie de Evolución

Después de calcular las superficies anteriores, estas se suman para obtener la superficie total:

$$ST = Ss + Sg + Se$$

Las fórmulas para realizar el cálculo de cada una de las superficies se presenta a continuación.

2.2.1.1 Superficie Estática

La superficie estática se refiere al área que ocupan los muebles, máquinas y demás equipos. Debe ser calculada con la máquina en la posición de uso, esto incluye bandejas de depósito, palancas, pedales, etc., que se requieran para su funcionamiento. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Ss = Largo \times Ancho$$

2.2.1.2 Superficie de Gravitación

La superficie de gravitación es la utilizada por el operario y por el material necesario para las operaciones en curso alrededor de los puestos de trabajo.

Esta superficie se obtiene 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:

S_s =Superficie Estática

N =número de lados

2.2.1.3 Superficie de Evolución

La 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 un 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.

Para el cálculo de la superficie que se asigna a los inventarios, bien sea en almacén o en puntos de espera, no se considera la superficie gravitacional, sino únicamente la superficie estática y de evolución.

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

$$K = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EF}} = 0.5 \times \frac{h_{EM}}{h_{EF}}$$

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^r \text{Área}_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^r \text{Área}_i \times n}$$

$$h_{EF} = \frac{\sum_{i=1}^t S_s \times n \times h}{\sum_{i=1}^t S_s \times n}$$

Donde:

- ✓ hEM: Altura promedio ponderada de los elementos móviles
- ✓ hEF: Altura promedio ponderada de los elementos fijos
- ✓ r: variedad de elementos móviles
- ✓ Ai: superficie estática de cada elemento
- ✓ h: altura del elemento móvil
- ✓ n: número de elementos móviles de cada tipo

Aplicando las fórmulas anteriores se calcula el espacio necesario para el desarrollo del trabajo.

2.2.2 Balanceo de Línea

El balanceo de línea es una herramienta utilizada para el control del flujo del trabajo en un sistema de producción. Una línea de producción equilibrada permite a su vez que otras variables que afectan la producción también se optimicen.

Aplicando el balanceo de línea se logra igualar el tiempo en el que se realiza una operación en las diferentes estaciones de trabajo, para lo cual es importante conocer las herramientas, los métodos y equipo necesarios para la operación. (López, Ingeniería Industrial Online, 2019)

Para elaborar un balanceo de línea es necesario comprender qué es un tiempo normal, qué es un tiempo estándar y qué son los tiempos suplementarios, en el siguiente apartado se aborda la definición de estos conceptos.

2.2.2.1 Tiempo Normal

El tiempo normal se obtiene de la multiplicación del tiempo promedio por el factor de calificación, este último también es conocido como factor de valoración.

El tiempo promedio, se obtiene de la suma de los tiempos cronometrados divididos entre la cantidad de datos.

Y finalmente, el factor de valoración es la calificación que se le da a la persona que realizó la operación cronometrada. Dependiendo de la velocidad con la que haya trabajado el operario puede calificarse como normal (100%), rápido cuya calificación sería mayor al 100%; o lento que se tomaría con una calificación menor al 100%. Ya sea un porcentaje mayor o menor de calificación este se tomará en cuenta con intervalos de 5%, es decir 95% o 105%, por ejemplo.

2.2.2.2 Tiempo Estándar

El tiempo estándar, es el tiempo ideal en el que se realiza una operación, es el mejor tiempo. El tiempo estándar es el tiempo que necesita un operario calificado para llevar a cabo la operación, ello trabajando a una velocidad normal. (Instituto Nacional de Aprendizaje, s.f.)

2.2.2.3 Tiempos Suplementarios

Los tiempos suplementarios son aquellos que se da a los operarios para compensar los retrasos que pudieran presentarse al realizar la operación.

Los suplementos que se conceden son los siguientes:

- ✓ Suplementos por necesidades personales o básicas. Este suplemento es el que se concede al trabajador para sus necesidades fisiológicas. Este suplemento suele ser constante, para un trabajador normal suele ser entre el 5% y 7%.

- ✓ Suplementos por fatiga. Se concede para permitir que el operario se recupere del cansancio físico y mental de la operación.
- ✓ Suplementos especiales. Los suplementos especiales se brindan por aquellas actividades que no forman parte del proceso productivo, pero que son necesarias para poder llevar a completar el trabajo. (López, Ingeniería Industrial Online, 2019)

2.2.3 Método SLP (Systematic Layout Planning)

El método SLP (Systematic Layout Planning) fue desarrollado por Richard Muther en el año de 1968 como un procedimiento sistemático multicriterio y relativamente simple, para la resolución de problemas de distribución en planta de diferentes ramas.

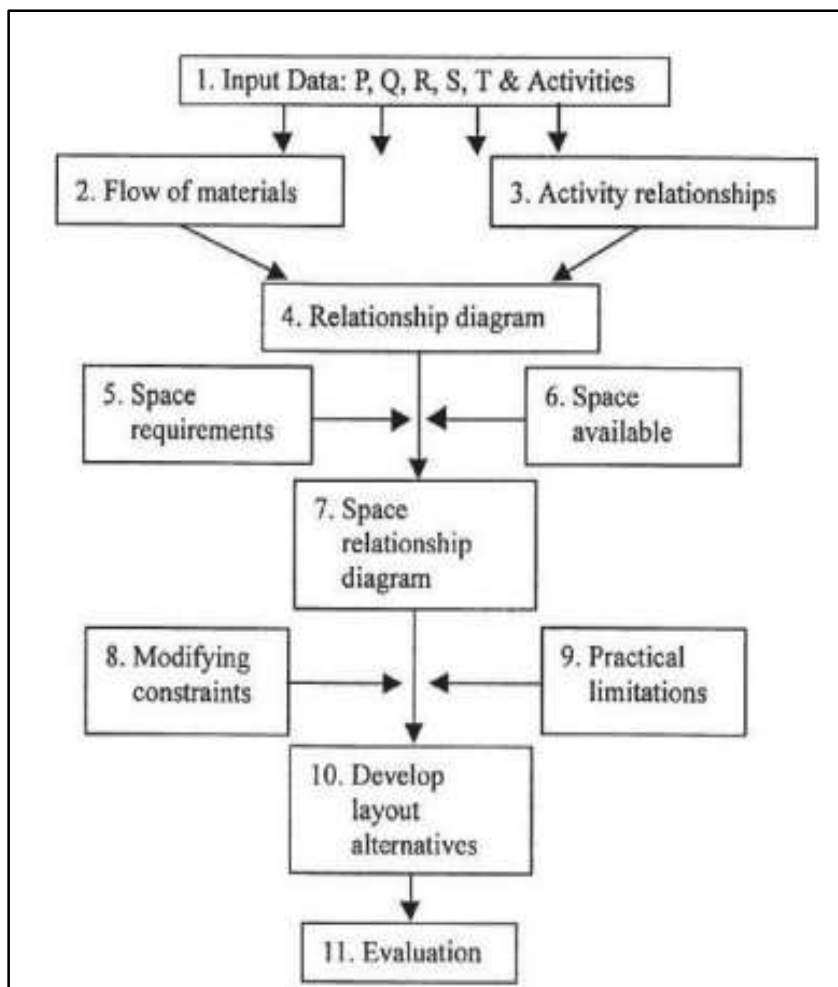
El método es aplicable a problemas de distribución en instalaciones industriales, locales comerciales, hospitales, etc. Establece una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther (1961) describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

EL SLP busca resolver la problemática en la distribución de instalaciones, a través de un proceso de cuatro etapas para obtener una distribución válida como solución al problema encontrado. Para el desarrollo de esta metodología es necesario conocer la relación entre las áreas de la organización, así como los cinco tipos de datos que se describen en la parte posterior como entradas del método: (Gosende, s.f.)

- ✓ Producto (P): Materiales (materias primas, piezas adquiridas a terceros, productos en curso, producto terminado, etc.).
- ✓ Cantidad (Q): Definida como la cantidad de producto o material tratado, transformado, transportado, montado o utilizado durante el proceso.

- ✓ Recorrido (R): Entendiéndose como la secuencia y el orden de las operaciones a las que deben someterse los productos.
- ✓ Servicios (S): Los servicios auxiliares de producción, servicios para el personal, etc.
- ✓ Tiempo (T): Utilizado como unidad de medida para determinar las cantidades de producto o material, dado que estos se miden habitualmente en unidades de masa o volumen por unidad de tiempo.

Imagen 5: Esquema de la planeación sistemática de Layout



Fuente: Kumar & Suresh (2009)

2.2.3.1 Tabla Relacional

La tabla relacional es un cuadro organizado en diagonal, en el que aparecen las relaciones de cercanía o proximidad entre cada actividad (entre cada función, entre cada sector) y todas las demás actividades.

Además de mostrar las relaciones mutuas, evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades, apoyándose en una codificación apropiada.

La construcción de esta tabla se apoya en dos elementos básicos:

- Tabla de valor de proximidad.
- Lista de razones o motivos.

La tabla relacional constituye una poderosa herramienta para preparar un planteamiento de mejora, pues permite integrar los servicios anexos a los servicios productivos y operacionales; además permite prever la disposición de los servicios y de las oficinas. Cada casilla representa la intersección de dos actividades, a su vez cada casilla está dividida horizontalmente en dos; la parte superior representa el valor de aproximación y la parte inferior nos indica las razones que han inducido a elegir ese valor.

Imagen 6: Ejemplo tabla relacional

El diagrama muestra una tabla relacional triangular con 20 actividades numeradas del 1 al 20 en los ejes. La parte superior de cada casilla representa el valor de aproximación y la parte inferior indica las razones que han inducido a elegir ese valor.

Fuente: Google Imágenes

Para que la calificación de la proximidad y la asignación de la razón sea lo más acertada, los responsables del estudio deben conocer perfectamente el área o sección por distribuir, así como el proceso de producción.

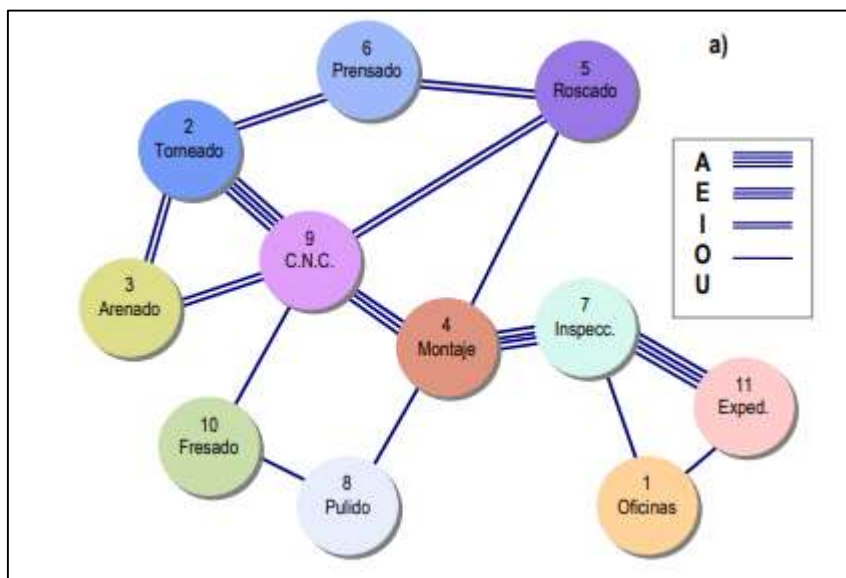
Con el fin de complementar los datos, se deberá recoger información de las personas involucradas en el proceso. (Bertha, 2014)

2.2.3.2 Diagrama Relacional

La información recogida hasta el momento, referente tanto a las relaciones entre las actividades como a la importancia relativa de la proximidad entre ellas, es recogida y volcada en el Diagrama Relacional de Actividades.

Este pretende recoger la ordenación topológica de las actividades en base a la información de la que se dispone. De tal forma, en dicho grafo los departamentos que deben acoger las actividades son adimensionales y no poseen una forma definida.

Imagen 7: Ejemplo diagrama relacional



Fuente: Google Imágenes

2.3 Tecnología Utilizada

Para el desarrollo del proyecto se ocupará el software que se menciona a continuación:

2.3.1 Cycle Time

Dentro del método Guerchet se aplicará el Balanceo de Línea, para ello antes se debe realizar la toma de tiempos de cada operación del área de producción, para la toma de tiempos se utilizará la aplicación Cycle Time:

Imagen 8: Logo Cycle Time



Fuente: Google Imágenes

2.3.2 AutoCAD

Después de haber aplicado la metodología SLP, se elaborará un Lay Out d cada una de las propuestas de acomodo por bloques de la empresa, que en este caso serán 2. Para el diseño del Lay Out se ocupará el software AutoCAD.

Imagen 9: Logo AutoCAD



Fuente: Google Imágenes

CAPÍTULO III

DESARROLLO Y METODOLOGÍA

3.1 Procedimientos y Descripción de las Actividades Realizadas

En la siguiente imagen se presenta el cronograma de actividades del proyecto.

Imagen 10. Cronograma de Actividades



Fuente: Elaboración Propia

3.2 Alcance y Enfoque de la Investigación

El proyecto se centra en realizar una propuesta de redistribución de las instalaciones de la empresa Comercializadora Keter S.A. de C.V. con la función de optimizar el uso del espacio disponible dentro de la planta, todo esto con base en lo siguiente:

1. Elaboración del balanceo de línea para obtener los datos necesarios para la aplicación de la metodología Guerchet.
2. Aplicación de la metodología Guerchet, que permite conocer el espacio requerido para el área de producción.
3. Aplicación de la metodología SLP para que a través de sus 4 etapas se obtenga la distribución válida de la planta, para lo cual debe conocerse la relación entre las áreas de la empresa.
4. Elaboración del balanceo de línea para determinar la capacidad de producción de la empresa.
5. Aplicación del diagrama de flujo del proceso y del diagrama de recorrido para conocer la secuencia de las actividades y determinar la relación entre departamentos

La integración de todo el proyecto se basa tanto en la investigación cuantitativa como en la investigación cualitativa, debido a los datos recopilados y los conceptos aplicados.

Dentro de la investigación cualitativa se obtienen y analizan datos numéricos de la empresa para conocer la situación actual de la misma y poder aplicar las metodologías de forma que ayuden a que la empresa trabaje con un nivel de capacidad que le permita cubrir la demanda de sus clientes.

En la investigación cualitativa se emplean diferentes conceptos que ayudan a comprender mejor el objetivo del proyecto.

3.3 Hipótesis

Mediante la aplicación de las metodologías Guerchet y SLP, se obtendrá una distribución de los departamentos de la empresa más eficiente, lo que a su vez facilitará las maniobras y evitará accidentes; por otro lado al implementar estas metodologías mejorará el proceso de producción ya que se trabajará con la cantidad de máquinas que cubra la demanda de la empresa.

3.4 Diseño y Metodología de la Investigación

En el presente capítulo se desarrolla la metodología para la propuesta de redistribución de la Comercializadora Keter S.A. de C.V. para la mejora de la producción.

Para comenzar con el desarrollo se elaboran el diagrama de flujo del proceso y el diagrama de recorrido de la prenda. El primero muestra cuáles son las etapas del proceso y la relación que existe entre ellas y el segundo como su nombre lo indica muestra el recorrido de la prenda dentro de la planta a lo largo de todo su proceso productivo.

Una vez que se tiene conocimiento de los departamentos y áreas se procede a elaborar el balanceo de línea para el que previamente se obtiene un desglose de las operaciones que se aplican a la camisa y se procede a tomar los tiempos de dichas operaciones, para con ellos elaborar el balanceo de línea.

Para continuar se aplica la metodología Guerchet basándose en el balanceo de línea previamente hecho, este permitirá conocer el tamaño del área de producción.

Después, para conocer el tamaño de las demás áreas se aplica la metodología SLP.

A grandes rasgos, los pasos mencionados anteriormente son los que se seguirán en el desarrollo del proyecto, mismo que se presenta a continuación.

3.12 Áreas Dentro de la Empresa

Dentro de Comercializadora se encuentran las áreas que se mencionan a continuación, cada una de ellas descrita.

3.5.1 Área de Corte

Cuando llega una orden de producción de parte del cliente, se proceden a realizar los trazos de este, una vez autorizados son enviados al jefe del área de corte. Antes de empezar con el cortado de la tela, esta es sometida a testeo, en el que la tela se lava para conocer en qué porcentaje se encoje y poder tenerlo en cuenta a la hora de hacer los trazos y cortar. Ya en corte se localiza la tela necesaria, se hace el tendido de la tela y se procede a cortarla; para el corte de la tela se utilizan dos herramientas: tijeras o cortadora manual de cuchilla vertical. Terminado el proceso de corte se juntan las piezas para su confección y se hace un primer foleo para la identificación de las tallas.

Imagen 11: Área de corte



Fuente: Propia. Tomada en Comercializadora Keter S.A de C.V

3.5.2 Área de Estampado

Luego de que la tela es cortada, se lleva al área de estampado, ahí llega la orden de producción correspondiente al corte donde va especificado el proceso a realizar. En estampado se coloca el transfer, después de que acaba este proceso es enviada al área de foleo.

Imagen 12: Área de estampado



Fuente: Propia. Tomada en Comercializadora Keter S.A de C.V

3.5.3 Área de Foleo

Una vez que la prenda llega a foleo, se separa primero por talla y después en bultos de 25 piezas, se hace el foleo y se envía a producción para la confección.

3.5.4 Área de Producción

Para continuar con el proceso se lleva al área de producción donde, después de habilitar las máquinas, se comienza el proceso de unión de las piezas de acuerdo al desglose de operaciones que se muestra en la tabla 1.

Es importante conocer que durante la confección se va verificando que la calidad de las prendas sea la mejor. A continuación, se presenta el desglose de operaciones.

Tabla 1: Desglose de operaciones.

NÚMERO DE OPERACIÓN	OPERACIÓN	MÁQUINA
1	UNIR HOMBROS	OVER
2	UNIR CUELLO	RECTA
3	FIJAR CONTORNO DE CUELLO	COVER
4	PEGAR CUELLO	OVER
5	TAPACOSTURA DE CUELLO	COVER
6	PEGAR MANGAS	OVER
7	CERRAR COSTADOS	OVER
8	DOBLADILLO DE BASE	COVER
9	DOBLADILLO DE MANGAS	COVER
10	PEGAR MONARCH	RECTA

Fuente: Elaboración Propia

Las operaciones se realizan en el orden anterior, después de que la prenda está ensamblada y de ser necesario, regresa al área de estampado para colocarle la etiqueta estampada en el trasero de la prenda.

Imagen 13: Área de producción



Fuente: Propia. Tomada en Comercializadora Keter S.A de C.V

3.5.5 Área de Revisado y Deshebrado

Después de que la prenda es terminada se lleva al área de revisado y deshebrado donde se detectan las piezas que tengan algún defecto. En caso de que se le encuentre algún desperfecto se marca y se separa para después hacer las composturas ya sea en la línea de producción si es por algún defecto en la costura o se lleva a desmanchar si sólo está sucia, las prendas que no se les encuentra defecto se llevan al siguiente área que es terminado para seguir con el proceso.

Imagen 14: Área de revisado y deshebrado



Fuente: Propia. Tomada en Comercializadora Keter S.A de C.V

3.5.6 Área de Terminado

Al llegar la prenda al área de terminado se procede a plancharla, posteriormente se le coloca el medallón, luego se dobla y se empaca en bolsas o en se defecto se coloca en gancho dependiendo de la orden del cliente, y para terminar el proceso en esta área se mete en cajas para su transporte.

Imagen 15: Área de terminado



Fuente: Propia. Tomada en Comercializadora Keter S.A de C.V

3.5.7 Área de Embarque

El área de embarque es la última parada de la prenda, aquí se recibe la prenda ya en cajas para estibarla, después de que se hacen las estibas se procede a cargarlas al camión que las transporta hacia donde el cliente.

Imagen 16: Área de embarque

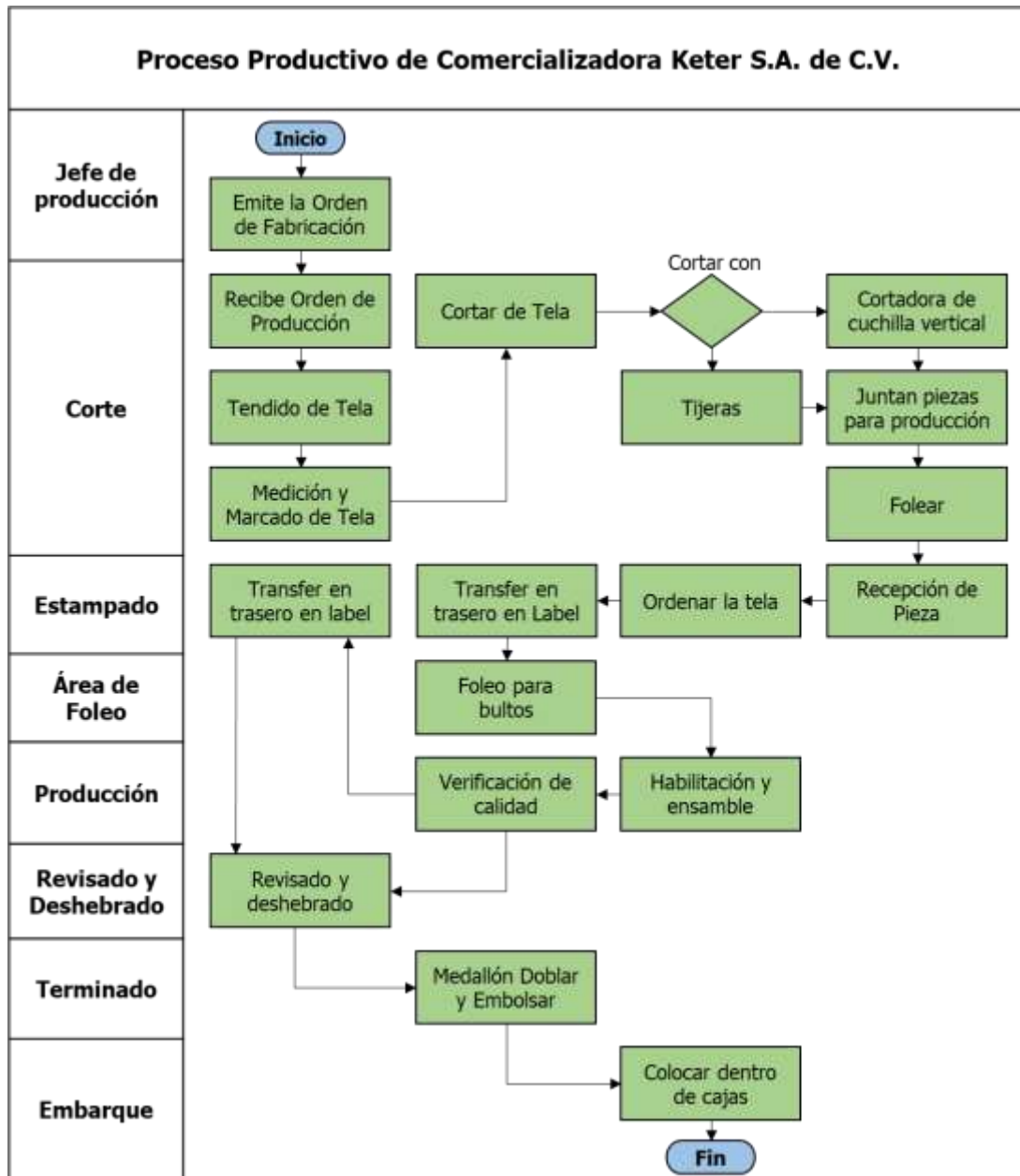


Fuente: Propia. Tomada en Comercializadora Keter S.A de C.V.

3.13 Diagrama de Flujo del Proceso

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del proceso productivo dentro de Comercializadora Keter S.A de C.V.

Imagen 17: Diagrama de flujo del proceso productivo

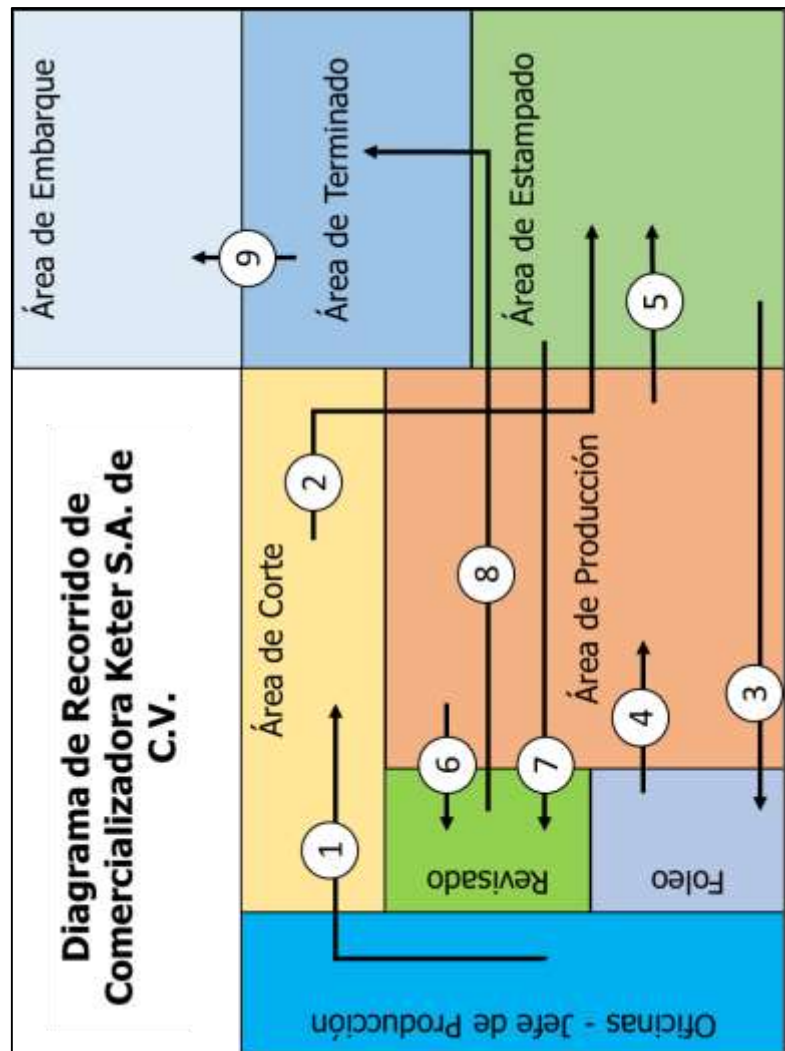


Fuente: Elaboración Propia.

3.14 Diagrama de Recorrido

A continuación, se presenta el diagrama de recorrido de las prendas a lo largo de todo el proceso productivo.

Imagen 18: Diagrama de recorrido Comercializadora Keter S.A de C.V



Fuente: Elaboración Propia.

3.15 Producción Estimada

Para conocer la cantidad de producción obtenida en la planta se procedió a tomar datos de los pizarrones colocados en el área de producción, en cuyo espacio se anotan la cantidad de piezas de cada operación realizada para la elaboración de playera básica.

Imagen 19: Playera Básica



Fuente: Comercializadora Keter S.A. de C.V.

La información obtenida se resume a una tabla en la que se colocan las cantidades producidas cada mes, durante un lapso de 3 meses:

Tabla 2: Demanda Semanal

Mes	Demanda
Enero	78,510
Febrero	97,958
Marzo	92,138
Total	268,606
Promedio Mensual	89,536
Promedio Semanal	22,384

Fuente: Comercializadora Keter S.A. de C.V.

De acuerdo con los datos obtenidos la cantidad promedio de playeras que se confeccionan en una semana es de 22,384, dependiendo del cliente las entregas pueden hacerse en la mayoría de ocasiones, cada dos semanas y algunas veces cada semana.

A continuación, se calcula el tiempo disponible a la semana que son 45 horas de trabajo. El turno es de 9 horas al día de lunes a viernes.

Tabla 3: Tiempo disponible semanalmente

Descripción	Minutos	Segundos
Horas trabajadas por día 9 horas	540 minutos	32400 segundos
Horas trabajadas por semana 45 horas	2700 minutos	162000 segundos

Fuente: Elaboración propia

Después de haber obtenido los datos anteriores, se desglosan las operaciones que deben realizarse para confeccionar la playera básica que son las siguientes:

Tabla 4: Desglose de operaciones.

Número de operación	Operación	Máquina
1	UNIR HOMBROS	OVER
2	UNIR CUELLO	RECTA
3	FIJAR CONTORNO DE CUELLO	COVER
4	PEGAR CUELLO	OVER
5	TAPACOSTURA DE CUELLO	COVER
6	PEGAR MANGAS	OVER

7	CERRAR COSTADOS	OVER
8	DOBLADILLO DE BASE	COVER
9	DOBLADILLO DE MANGAS	COVER
10	PEGAR MONARCH	RECTA

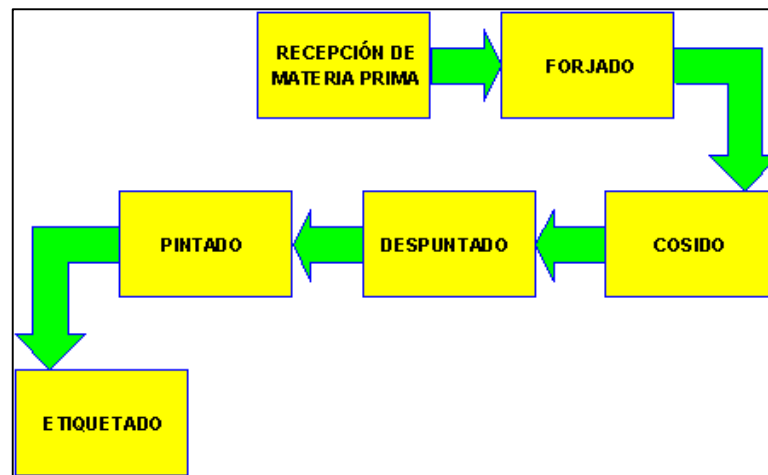
Fuente: Elaboración Propia

Para continuar, se analiza el tipo de distribución de la planta.

3.16 Tipo de Distribución

El tipo de distribución que se maneja dentro de las instalaciones de Comercializadora Keter es la conocida como distribución por producto o línea. En este tipo de distribución se agrupan toda la maquinaria y equipo requerido para fabricar el producto, y este está en movimiento a lo largo de la línea hasta completar la secuencia de operaciones de su maquilado.

Imagen 20: Ejemplo distribución por producto o línea.



Fuente: Google Imágenes.

3.17 Estándar de Producción

Para cada operación realizada en la confección de la playera se debe hacer una toma de tiempos para lo cual se utilizó el software Cycle Time. Para la toma de tiempos se tomaron 12 muestras de cada operación, después se procedió a eliminar el tiempo más corto y el más largo de cada muestra y después se calculó el tiempo promedio de cada operación. A continuación, se muestran los datos obtenidos para cada operación:

Para el cálculo del tiempo estándar se dará un tiempo suplementario del 20% más para cada una de las operaciones. Los tiempos suplementarios que se brindan de acuerdo a la tabla de suplementos del Anexo 1, son los siguientes:

Tabla 5: Porcentaje de tiempos suplementarios.

Por necesidades personales	7%
Suplemento base por fatiga	7%
Trabajos de precisión	2%
Proceso bastante complejo	1%
Trabajo bastante monótono	1%
Trabajo aburrido	2%
Porcentaje de suplementario	20%

Fuente: Elaboración propia

Después de conocer los tiempos suplementarios que se aplicarán para cada una de las operaciones, se procede a calcular el tiempo estándar para cada operación.

Tabla 6: Operación 1: Unir hombros

Número de operación	Operación	Máquina
1	UNIR HOMBROS	OVER

Fuente: Elaboración propia

Imagen 21: Muestras Unión de Hombros

nº	Parcial	Total	Media
10	00:34.22	04:47.89	00:28.78
9	00:30.23	04:13.67	00:28.18
8	00:29.88	03:43.43	00:27.93
7	00:28.37	03:13.55	00:27.65
6	00:30.87	02:45.18	00:27.53
5	00:30.91	02:14.31	00:26.86
4	00:28.01	01:43.39	00:25.84
3	00:26.53	01:15.37	00:25.12
2	00:26.24	00:48.84	00:24.42
1	00:22.60	00:22.60	00:22.60

Fuente: Elaboración propia.

En este caso ya se eliminaron el tiempo más corto y el más largo de las muestras de la operación.

Tabla 7: Cálculo tiempo estándar: Unión de hombros

Operación: Unir Hombros

1	22.6
2	26.24
3	26.53
4	28.01
5	30.91
6	30.87
7	28.37
8	29.88
9	30.23
10	34.22
Suma	287.86
Promedio	28.786
20% Suplementos	34.5432

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla, después de eliminar la muestra más corta y la más larga, se suman las 10 muestras restantes, se saca el promedio y se aplica el 20% de los tiempos suplementarios, lo que deja un tiempo de 34.54 segundos para la operación de unión de hombros. De esta manera, se procede con las siguientes operaciones del desglose.

Tabla 8: Operación 2: Unir cuello

Número de operación	Operación	Máquina
2	UNIR CUELLO	RECTA

Fuente: Elaboración propia

Imagen 22: Muestras Unión de Cuello

nº	Parcial	Total	Media
10	00:17.10	02:43.83	00:16.38
9	00:13.16	02:26.73	00:16.30
8	00:14.20	02:13.56	00:16.69
7	00:17.97	01:59.35	00:17.05
6	00:15.25	01:41.37	00:16.89
5	00:17.31	01:26.12	00:17.22
4	00:17.61	01:08.81	00:17.20
3	00:19.56	00:51.19	00:17.06
2	00:13.71	00:31.63	00:15.81
1	00:17.92	00:17.92	00:17.92

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo estándar de la unión de cuello, se realizan los mismos pasos que con la operación anterior.

Tabla 9: Cálculo tiempo estándar: Unión de cuello

Operación: Unir Cuello	
1	17.92
2	13.71
3	19.56
4	17.61
5	17.31
6	15.25
7	17.97
8	14.2
9	13.16
10	17.1
Suma	163.79
Promedio	16.379
20% Suplementos	19.6548

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar para la operación de unir cuello es de 19.65 segundos. La siguiente operación es la de fijar contorno de cuello, operación realizada con la máquina cover.

Tabla 10: Operación 3: Unir cuello

Número de operación	Operación	Máquina
3	FIJAR CONTORNO DE CUELLO	COVER

Fuente: Elaboración propia

Se procede a mostrar los datos obtenidos con la aplicación Cycle Time.

Imagen 23: Muestras Fijar Contorno de Cuello

nº	Parcial	Total	Media
10	00:39.64	06:34.87	00:39.48
9	00:40.38	05:55.23	00:39.47
8	00:39.80	05:14.84	00:39.35
7	00:41.37	04:35.04	00:39.29
6	00:40.06	03:53.66	00:38.94
5	00:39.03	03:13.60	00:38.72
4	00:39.80	02:34.57	00:38.64
3	00:40.06	01:54.76	00:38.25
2	00:38.80	01:14.70	00:37.35
1	00:35.90	00:35.90	00:35.90

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo estándar de fijar contorno de cuello.

Tabla 11: Cálculo tiempo estándar: Fijar contorno de cuello.

Operación: Fijar contorno de cuello

1	35.9
2	38.8
3	40.06
4	39.8
5	39.03
6	40.06
7	41.37
8	39.8
9	40.38
10	39.64
Suma	394.84
Promedio	39.484
20% Suplementos	47.3808

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar para la operación fijar contorno de cuello es de 47.38 segundos. La siguiente operación es pegar contorno de cuello, operación realizada con la máquina over.

Tabla 12: Operación 4: Pegar cuello

Número de operación	Operación	Máquina
4	PEGAR CUELLO	OVER

Fuente: Elaboración propia

Datos Cycle Time:

Imagen 24: Muestras pegar cuello

nº	Parcial	Total	Media
10	00:28.01	04:10.82	00:25.08
9	00:24.53	03:42.81	00:24.75
8	00:27.43	03:18.28	00:24.78
7	00:31.05	02:50.84	00:24.40
6	00:21.58	02:19.79	00:23.29
5	00:21.57	01:58.21	00:23.64
4	00:24.04	01:36.63	00:24.15
3	00:24.09	01:12.58	00:24.19
2	00:25.39	00:48.49	00:24.24
1	00:23.10	00:23.10	00:23.10

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo estándar de pegar de cuello.

Tabla 13: Cálculo tiempo estándar: Pegar cuello

Operación: Pegar Cuello	
1	23.1
2	25.39
3	24.09
4	24.04
5	21.57
6	21.58
7	31.05
8	27.43
9	24.53
10	28.01
Suma	250.79
Promedio	25.079
20% Suplementos	30.0948

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar para la operación para pegar cuello es de 30.09 segundos. La siguiente operación es colocar la tapacostura de cuello, operación realizada con la máquina cover.

Tabla 14: Operación 5: Tapacostura de cuello

Número de operación	Operación	Máquina
5	TAPACOSTURA DE CUELLO	COVER

Fuente: Elaboración propia

Datos Cycle Time para la tapacostura de cuello:

Imagen 25: Muestras tapacostura de cuello

nº	Parcial	Total	Media
10	00:28.53	04:23.90	00:26.39
9	00:28.43	03:55.36	00:26.15
8	00:27.04	03:26.93	00:25.86
7	00:26.21	02:59.88	00:25.69
6	00:32.13	02:33.66	00:25.61
5	00:25.41	02:01.53	00:24.30
4	00:25.68	01:36.11	00:24.02
3	00:22.24	01:10.42	00:23.47
2	00:24.44	00:48.18	00:24.09
1	00:23.73	00:23.73	00:23.73

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo estándar de la tapacostura de cuello.

Tabla 15: Cálculo tiempo estándar: Tapacostura de cuello

Operación: Tapacostura de Cuello

1	23.73
2	24.44
3	22.24
4	25.68
5	25.41
6	32.13
7	26.21
8	27.04
9	28.43
10	28.53
Suma	263.84
Promedio	26.384
20% Suplementos	31.6608

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar para la operación para la tapacostura de cuello es de 31.66 segundos. La siguiente operación es pegar mangas, operación realizada con la máquina over.

Tabla 16: Operación 6: Pegar mangas

Número de operación	Operación	Máquina
6	PEGAR MANGAS	OVER

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos en la aplicación Cycle Time para el pegado de mangas son los siguientes:

Imagen 26: Muestras Pegar Mangas

nº	Parcial	Total	Media
10	00:27.82	04:38.80	00:27.88
9	00:26.57	04:10.98	00:27.88
8	00:28.97	03:44.40	00:28.05
7	00:30.74	03:15.42	00:27.91
6	00:25.89	02:44.68	00:27.44
5	00:28.37	02:18.79	00:27.75
4	00:27.35	01:50.41	00:27.60
3	00:27.53	01:23.05	00:27.68
2	00:27.21	00:55.52	00:27.76
1	00:28.30	00:28.30	00:28.30

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo estándar para pegar mangas.

Tabla 17: Cálculo tiempo estándar: Pegar Mangas

Operación: Pegar mangas

1	28.3
2	27.21
3	27.53
4	27.35
5	28.37
6	25.89
7	30.74
8	28.97
9	26.57
10	27.82
Suma	278.75
Promedio	27.875
20% Suplementos	33.45

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar para la operación pegar mangas es de 33.45 segundos. La siguiente operación es cerrar costados, operación realizada con la máquina over.

Tabla 18: Operación 7: Cerrar costados

Número de operación	Operación	Máquina
7	CERRAR COSTADOS	OVER

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos en la aplicación Cycle Time para cerrar costados son los siguientes:

Imagen 27: Muestras cerrar costados

nº	Parcial	Total	Media
10	00:39.71	06:31.05	00:39.10
9	00:37.99	05:51.34	00:39.03
8	00:37.85	05:13.34	00:39.16
7	00:37.68	04:35.49	00:39.35
6	00:39.38	03:57.80	00:39.63
5	00:38.93	03:18.42	00:39.68
4	00:39.34	02:39.48	00:39.87
3	00:39.53	02:00.13	00:40.04
2	00:40.25	01:20.60	00:40.30
1	00:40.35	00:40.35	00:40.35

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo estándar para cerrar costados.

Tabla 19: Cálculo tiempo estándar: Cerrar costados

Operación: Cerrar costados

1	40.35
2	40.25
3	39.53
4	39.34
5	38.93
6	39.38
7	37.68
8	37.85
9	37.99
10	39.71
Suma	391.01
Promedio	39.101
20% Suplementos	46.9212

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar para la operación cerrar costados es de 46.92 segundos. La siguiente operación es el dobladillo de base, operación realizada con la máquina cover.

Tabla 20: Operación 8: Dobladillo de base

Número de operación	Operación	Máquina
8	DOBLADILLO DE BASE	COVER

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos en la aplicación Cycle Time para el dobladillo de base son los siguientes:

Imagen 28: Muestras dobladillo de base

nº	Parcial	Total	Media
10	00:37.38	06:02.59	00:36.26
9	00:36.54	05:25.21	00:36.13
8	00:35.81	04:48.67	00:36.08
7	00:36.43	04:12.86	00:36.12
6	00:36.46	03:36.42	00:36.07
5	00:37.21	02:59.96	00:35.99
4	00:35.71	02:22.74	00:35.68
3	00:36.41	01:47.03	00:35.67
2	00:34.98	01:10.62	00:35.31
1	00:35.63	00:35.63	00:35.63

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo estándar para el dobladillo de base.

Tabla 21: Cálculo tiempo estándar: dobladillo de base

Operación: Doblado de base

1	35.63
2	34.98
3	36.41
4	35.71
5	37.21
6	36.46
7	36.43
8	35.81
9	36.54
10	37.38
Suma	362.56
Promedio	36.256
20% Suplementos	43.5072

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar para la operación de dobladillo de base es de 43.50 segundos. La siguiente operación es el dobladillo de mangas, operación realizada con la máquina cover.

Tabla 22: Operación 9: Doblado de mangas

Número de operación	Operación	Máquina
9	DOBLADILLO DE MANGAS	COVER

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos en la aplicación Cycle Time para el dobladillo de mangas son los siguientes:

Imagen 29: Muestras dobladillo de mangas

nº	Parcial	Total	Media
10	00:28.66	04:44.26	00:28.42
9	00:28.93	04:15.59	00:28.39
8	00:29.41	03:46.65	00:28.33
7	00:27.99	03:17.24	00:28.17
6	00:28.40	02:49.25	00:28.20
5	00:27.54	02:20.84	00:28.17
4	00:27.42	01:53.30	00:28.32
3	00:28.21	01:25.88	00:28.62
2	00:28.03	00:57.66	00:28.83
1	00:29.63	00:29.63	00:29.63

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo estándar para el dobladillo de mangas.

Tabla 23: Cálculo tiempo estándar: dobladillo de mangas

Operación: Doblado de mangas

1	29.63
2	28.03
3	28.21
4	27.42
5	27.54
6	28.4
7	27.99
8	29.41
9	28.93
10	28.66
Suma	284.22
Promedio	28.422
20% Suplementos	34.1064

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar para la operación de dobladillo de mangas es de 34.10 segundos. La siguiente operación es la de pegar monarch, operación realizada con la máquina recta.

Tabla 24: Operación 10: Pegar monarch

Número de operación	Operación	Máquina
10	PEGAR MONARCH	RECTA

Fuente: Elaboración propia

Imagen 30: Muestras pegado de monarch

nº	Parcial	Total	Media
10	00:11.27	02:01.50	00:12.15
9	00:11.59	01:50.23	00:12.24
8	00:11.08	01:38.63	00:12.32
7	00:11.43	01:27.55	00:12.50
6	00:13.04	01:16.11	00:12.68
5	00:12.18	01:03.07	00:12.61
4	00:12.63	00:50.89	00:12.72
3	00:12.68	00:38.25	00:12.75
2	00:12.75	00:25.57	00:12.78
1	00:12.82	00:12.82	00:12.82

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo estándar para el pegado de monarch.

Tabla 25: Cálculo tiempo estándar: Pegado de monarch

Operación: Pegado de monarch

1	12.82
2	12.75
3	12.68
4	12.63
5	12.18
6	13.04
7	11.43
8	11.08
9	11.59
10	11.27
Suma	121.47
Promedio	12.147
20% Suplementos	14.5764

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar para la operación de pegado de monarch es de 14.57 segundos. Con esta operación finaliza la confección de la playera básica. En la tabla que se muestra en el siguiente apartado se observa un resumen con los tiempos estándar de las 10 operaciones para de esta manera continuar con el siguiente paso del proyecto.

Tabla 26: Tiempos estándar para la confección playera básica.


Número	Operación	Tiempo
1	Unir hombros	34.54
2	Unir cuello	19.65
3	Fijar contorno de cuello	47.38
4	Pegar cuello	30.09
5	Tapacostura de cuello	31.66
6	Pegar mangas	33.45
7	Cerrar costados	46.92
8	Dobladillo de base	43.5
9	Dobladillo de mangas	34.1
10	Pegar monarch	14.57

Fuente: Elaboración propia.

3.18 Balanceo de Línea

A continuación, se presenta el balanceo de línea con la capacidad actual de la planta Comercializadora Keter:

Imagen 31: Balanceo de Línea Comercializadora Keter S.A. de C.V.

		PLANTA:	COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V.								
		ÁREA:	PRODUCCIÓN								
		Capacidad de Producción	4,500	Prendas/día					Minutos Trabajados por día	540	

Balanceo de línea para producir al día:	4500	Prendas	Horas Trabajadas por día	9.0	Minutos Trabajados por Día	540	Segundos Trab. por Día	32400
---	------	---------	--------------------------	-----	----------------------------	-----	------------------------	-------

COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V.

No.	ENSAMBLE	TSD (seg)	TAREA	MAQS. 100%	RED	TIPO DE MAQUINA	RECTA	OVER	COVER	OPERARIO	MANUALES
1	Unir hombros	34.54	938	4.8	5.0	OVER		5.0		5.0	
2	Unir cuello	19.65	1,649	2.7	3.0	RECTA	3.0			3.0	
3	Fijar contorno de cuello	47.38	684	6.6	6.5	COVER			6.5	6.5	
4	Pegar cuello	30.09	1,077	4.2	4.5	OVER		4.5		4.5	
5	Tapacostura de cuello	31.66	1,023	4.4	4.5	COVER			4.5	4.5	
6	Pegar mangas	33.45	969	4.6	4.5	OVER		4.5		4.5	
7	Cerrar costados	46.92	691	6.5	6.5	OVER		6.5		6.5	
8	Dobladillo de base	43.5	745	6.0	6.0	COVER			6.0	6.0	
9	Dobladillo de mangas	34.1	950	4.7	5.0	COVER			5.0	5.0	
10	Pegar monarch	14.57	2,224	2.0	2.0	RECTA	2.0			2.0	
11	Revisado final	60	540	8.3	8.5	MANUALES				0.0	8.5
TOTAL MINUTAJE SECCIÓN		395.86		55	46		5.0	20.5	22.0	47.5	8.5
TIEMPO TOTAL POR PRENDA		395.8600					5.0	21.0	22.0	48.0	9.0

	RECTA	OVER	COVER	TOTAL
TOTAL MAQUINARIA EXISTENTE FISICAMENTE EN LÍNEA	7.0	23.0	24.0	54.0
MAQUINARIA PARA CAPACITACION	2.0	2.0	2.0	6.0
MAQUINARIA POR BALANCEO (REDONDEANDO POR SECCIONES)	5.0	21.0	22.0	48.0
TOTAL MAQUINARIA NECESARIA	7.0	23.0	24.0	54.0
DIFERENCIA	0	0	0	0.0

Fuente: Elaboración propia.

En el balanceo de línea actual se observa que se cuenta con suficiente maquinaria para cumplir con la producción actual.

Imagen 32: Cálculos Balanceo de Línea

	OPERACION	TSD (seg)	TAREA	MAQS. 100%	RED	TIPO DE MAQUINA	RECTA	OVER	COVER	OPERARIO	MANUALES
No.	ENSAMBLE										
1	Unir hombros	34.54	938	4.8	5.0	OVER		5.0		5.0	
2	Unir cuello	19.65	1,649	2.7	3.0	RECTA	3.0			3.0	
3	Fijar contorno de cuello	47.38	684	6.6	6.5	COVER			6.5	6.5	
4	Pegar cuello	30.09	1,077	4.2	4.5	OVER		4.5		4.5	
5	Tapacostura de cuello	31.66	1,023	4.4	4.5	COVER			4.5	4.5	
6	Pegar mangas	33.45	969	4.6	4.5	OVER		4.5		4.5	
7	Cerrar costados	46.92	691	6.5	6.5	OVER		6.5		6.5	
8	Dobladillo de base	43.5	745	6.0	6.0	COVER			6.0	6.0	
9	Dobladillo de mangas	34.1	950	4.7	5.0	COVER			5.0	5.0	
10	Pegar monarch	14.57	2,224	2.0	2.0	RECTA	2.0			2.0	
11	Revisado final	60	540	8.3	8.5	MANUALES				0.0	8.5
	TOTAL MINUTAJE SECCIÓN	395.86		55	46		5.0	20.5	22.0	47.5	8.5
						TOTAL DE MAQUINAS NECESARIAS POR SECCIÓN (REDONDEADAS)	5.0	21.0	22.0	48.0	9.0
	TIEMPO TOTAL POR PRENDA	395.8600					5.0	21.0	22.0	48.0	9.0

Fuente: Elaboración propia

En esta parte del balanceo se colocan cada una de las operaciones a realizar para la confección de la playera, luego se colocan los tiempos estándar de cada una de las operaciones que se encuentran en la **Tabla 26. Tiempos estándar para la confección playera básica.** Luego se calcula la tarea de cada operación dividiendo los segundos trabajos al día entre los tiempos estándar correspondientes, luego se procede a aplicar las fórmulas en Excel para obtener el número de máquinas

necesarias por operación y finalmente se suma y redondea el número de máquinas. Después de llevar a cabo lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados:


Imagen 33: Maquinaria Balanceo de Línea

	RECTA	OVER	COVER	TOTAL
	TOTAL MAQUINARIA EXISTENTE FISICAMENTE EN LÍNEA	7.0	23.0	
MAQUINARIA PARA CAPACITACION	2.0	2.0	2.0	6.0
MAQUINARIA POR BALANCEO (REDONDEANDO POR SECCIONES)	5.0	21.0	22.0	48.0
TOTAL MAQUINARIA NECESARIA	7.0	23.0	24.0	54.0
DIFERENCIA	0	0	0	0.0
	RECTA	OVER	COVER	

Fuente: Elaboración propia.

En la imagen anterior se tiene que se cuenta con la maquinaria necesaria para seguir produciendo la cantidad actual de prendas. A continuación, se presenta un balanceo de línea basado en un aumento de la producción de un 10%, es decir de producir 4500 piezas al día; se producirían 4950 prendas diarias lo que mensualmente son 9000 prendas más que con la distribución actual.

Imagen 34: Balanceo de Línea más 10%

		PLANTA:	COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V.								
		ÁREA:	PRODUCCIÓN								
		Capacidad de Producción	4,500	Prendas/día					Minutos Trabajados por día	540	

Balanceo de línea para producir al día:	4950	Prendas	Horas Trabajadas por día	9.0	Minutos Trabajados por Día	540	Segundos Trab. por Día	32400
---	------	---------	--------------------------	-----	----------------------------	-----	------------------------	-------

COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V.

No.	OPERACION	TSD (seg)	TAREA	MAQS. 100%	RED	TIPO DE MAQUINA	RECTA	OVER	COVER	OPERARIO	MANUALES
ENSAMBLE											
1	Unir hombros	34.54	938	5.3	5.5	OVER		5.5		5.5	
2	Unir cuello	19.65	1,649	3.0	3.0	RECTA	3.0			3.0	
3	Fijar contorno de cuello	47.38	684	7.2	7.5	COVER			7.5	7.5	
4	Pegar cuello	30.09	1,077	4.6	4.5	OVER		4.5		4.5	
5	Tapacostura de cuello	31.66	1,023	4.8	5.0	COVER			5.0	5.0	
6	Pegar mangas	33.45	969	5.1	5.0	OVER		5.0		5.0	
7	Cerrar costados	46.92	691	7.2	7.5	OVER		7.5		7.5	
8	Doblado de base	43.5	745	6.6	6.5	COVER			6.5	6.5	
9	Doblado de mangas	34.1	950	5.2	5.5	COVER			5.5	5.5	
10	Pegar monarch	14.57	2,224	2.2	2.5	RECTA	2.5			2.5	
11	Revisado final	60	540	9.2	9.5	MANUALES				0.0	9.5
TOTAL MINUTAJE SECCIÓN		395.86		60	50		5.5	22.5	24.5	52.5	9.5
		TOTAL DE MAQUINAS NECESARIAS POR SECCIÓN (REDONDEADAS)					6.0	23.0	25.0	53.0	10.0
TIEMPO TOTAL POR PRENDA		395.8600					6.0	23.0	25.0	53.0	10.0

	RECTA	OVER	COVER	TOTAL
TOTAL MAQUINARIA EXISTENTE FISICAMENTE EN LÍNEA	7.0	23.0	24.0	54.0
MAQUINARIA PARA CAPACITACION	2.0	2.0	2.0	6.0
MAQUINARIA POR BALANCEO (REDONDEANDO POR SECCIONES)	6.0	23.0	25.0	54.0
TOTAL MAQUINARIA NECESARIA	8.0	25.0	27.0	60.0
DIFERENCIA	-1	-2	-3	-6.0

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 35: Maquinaria Balanceo de Línea II

	RECTA	OVER	COVER	TOTAL
TOTAL MAQUINARIA EXISTENTE FISICAMENTE EN LÍNEA	7.0	23.0	24.0	54.0
MAQUINARIA PARA CAPACITACION	2.0	2.0	2.0	6.0
MAQUINARIA POR BALANCEO (REDONDEANDO POR SECCIONES)	6.0	23.0	25.0	54.0
TOTAL MAQUINARIA NECESARIA	8.0	25.0	27.0	60.0
DIFERENCIA	-1	-2	-3	-6.0
	RECTA	OVER	COVER	

Fuente: Elaboración propia.

Con el aumento del 10% de producción requerida, se obtiene que es necesario contemplar 6 máquinas más, una máquina recta, 2 máquinas over y 3 máquinas cover. Así como también se requiere de 5 operarios más y un manual más para las nuevas máquinas.

A continuación, se procede a implementar el Método Guerchet para el cálculo de espacios.

3.19 Método Guerchet

Después de realizar el balanceo de línea se comienzan los cálculos del método Guerchet, que se presenta a continuación.

Para comenzar se enlistan los elementos necesarios del área de producción, así como sus medidas y la cantidad de cada elemento.

Tabla 27: Elementos necesarios para el área de producción

Elemento	n	N	l	a	h
Over	25	1	1.4	1.1	1.3
Cover	27	1	1.4	1.1	1.5
Recta	8	1	1.4	1.1	1.5
Mesa revisado	8	1	1.2	0.9	0.93
Anaqueles	5	1	1.3	0.7	1.5
Operarios	63	-	-	-	1.65

Fuente: Elaboración propia

Luego se realizan los primeros cálculos con las fórmulas correspondientes.

Tabla 28: Cálculo áreas totales

Elemento	S_s	Área Total	S_g	Área Total por altura	$S_s + S_g$
Over	1.54	38.5	1.54	50.05	3.08
Cover	1.54	41.58	1.54	62.37	3.08
Recta	1.54	12.32	1.54	18.48	3.08
Mesa revisado	1.08	8.64	1.08	8.0352	2.16
Anaqueles	0.91	4.55	0.91	6.825	1.82
TOTAL		105.59		145.76	
Operarios	0.5	31.5		51.975	
TOTAL		31.5		51.975	

Fuente: Elaboración propia

Luego de obtener estos datos se calcula k, con las siguientes fórmulas:

$$K = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EF}} = 0.5 \times \frac{h_{EM}}{h_{EF}}$$

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^r \text{Área}_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^r \text{Área}_i \times n}$$

$$h_{EF} = \frac{\sum_{i=1}^t S_s \times n \times h}{\sum_{i=1}^t S_s \times n}$$

Cálculo altura promedio de los elementos fijos y los elementos móviles:

$$H_{ef} = \frac{145.76}{105.59} = 1.38$$

$$H_{em} = \frac{51.975}{31.5} = 1.65$$

Cálculo de K:

$$K = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EF}} = 0.5 \times \frac{h_{EM}}{h_{EF}}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$K = 0.5 \times \frac{1.65}{1.38} = 0.59$$

Finalmente, se obtiene la siguiente tabla, donde se muestran todos los cálculos. Se concluye con un área total de 367.612 m², esta área incluye todo el mobiliario y las estaciones de trabajo, además del área ocupada por el personal.

Tabla 29: Cálculo área total del departamento de producción

Elemento	S_s	Área Total	S_g	Área Total por altura	$S_s + S_g$	K	S_e	St por estación	St
Over	1.54	38.5	1.54	50.05	3.08	0.59	1.8172	5.597	139.9244
Cover	1.54	41.58	1.54	62.37	3.08	0.59	1.8172	5.597	151.11835
Recta	1.54	12.32	1.54	18.48	3.08	0.59	1.8172	5.597	44.775808
Mesa revisado	1.08	8.64	1.08	8.0352	2.16	0.59	1.2744	2.753	22.021632
Anaqueles	0.91	4.55	0.91	6.825	1.82	0.59	1.0738	1.954	9.77158
TOTAL		105.59		145.76					
Operarios	0.5	31.5		51.975					
TOTAL		31.5		51.975					
Total Área Requerida									367.612

Fuente: Elaboración propia

En la tabla que se presenta a continuación se enlistan las áreas de la empresa Comercializadora Keter S.A. de C.V., con las dimensiones necesarias de cada una.

Tabla 30: Dimensiones departamentos de la empresa

Departamento	Área
Producción	367.612 m ²
Corte	400 m ²
Estampado	425 m ²
Terminado	255 m ²
Revisado	60 m ²
Foleo	40 m ²
Embarque	300 m ²
Administrativo	280 m ²

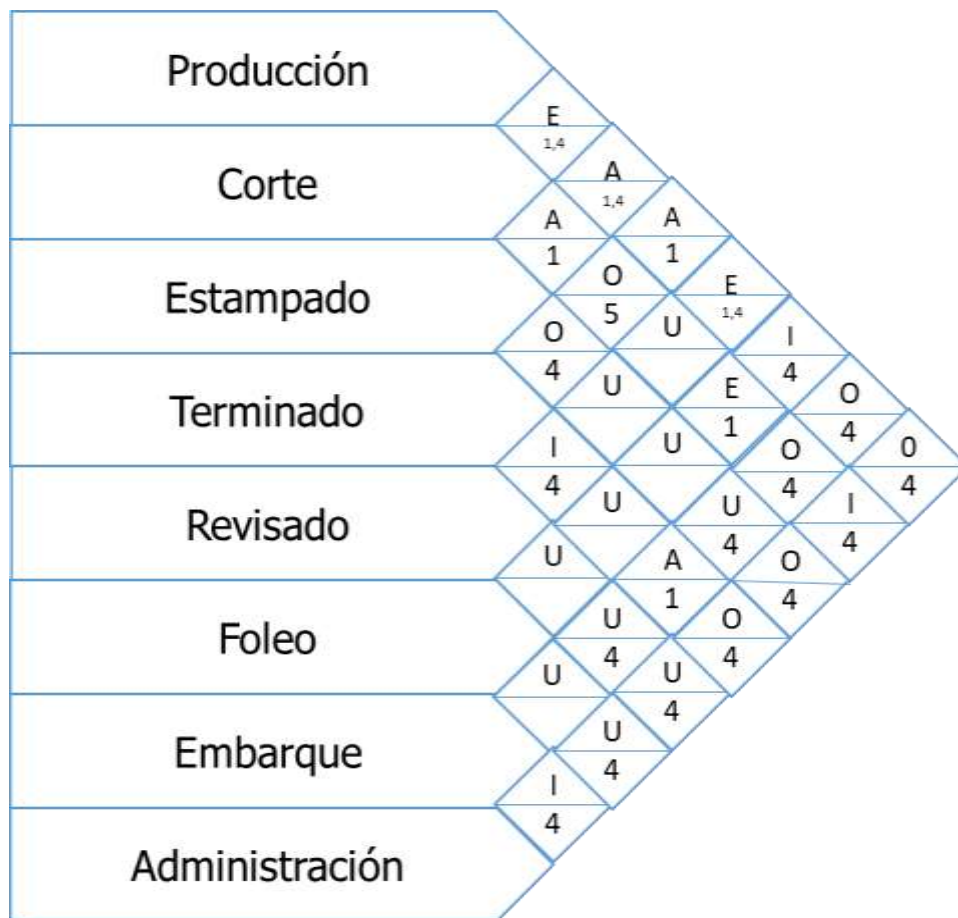
Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos, se procede a aplicar la metodología SLP.

3.20 Método SLP

Para comenzar con el desarrollo de la metodología SLP, se elabora un diagrama de relaciones de la empresa. La importancia de las relaciones de la empresa se basa en los parámetros proporcionados en las tablas del Anexo 2.

Imagen 36: Diagrama de relaciones de los departamentos de Comercializadora Keter S.A. de C.V.



Fuente: Elaboración propia

Ahora, se procede a elaborar una tabla de relaciones de los departamentos con los datos obtenidos en el diagrama.

Tabla 31: Relaciones de los departamentos de la organización

Departamento	(1)Producción	(2) Corte	(3) Estampado	(4) Terminado	(5) Revisado	(6) Foleo	(7) Embarque	(8) Admin.
(1)Producción	-	E	A	A	E	I	O	O
(2) Corte		-	A	O	U	E	O	I
(3) Estampado			-	O	U	U	U	O
(4) Terminado				-	I	U	A	O
(5) Revisado					-	U	U	U
(6) Foleo						-	U	U
(7) Embarque							-	I
(8) Admin.								-

Fuente: Elaboración propia

Luego, se sustituyen las letras por el valor que representa cada una de acuerdo a las tablas del Anexo 2.

Tabla 32: Valores relación entre departamentos

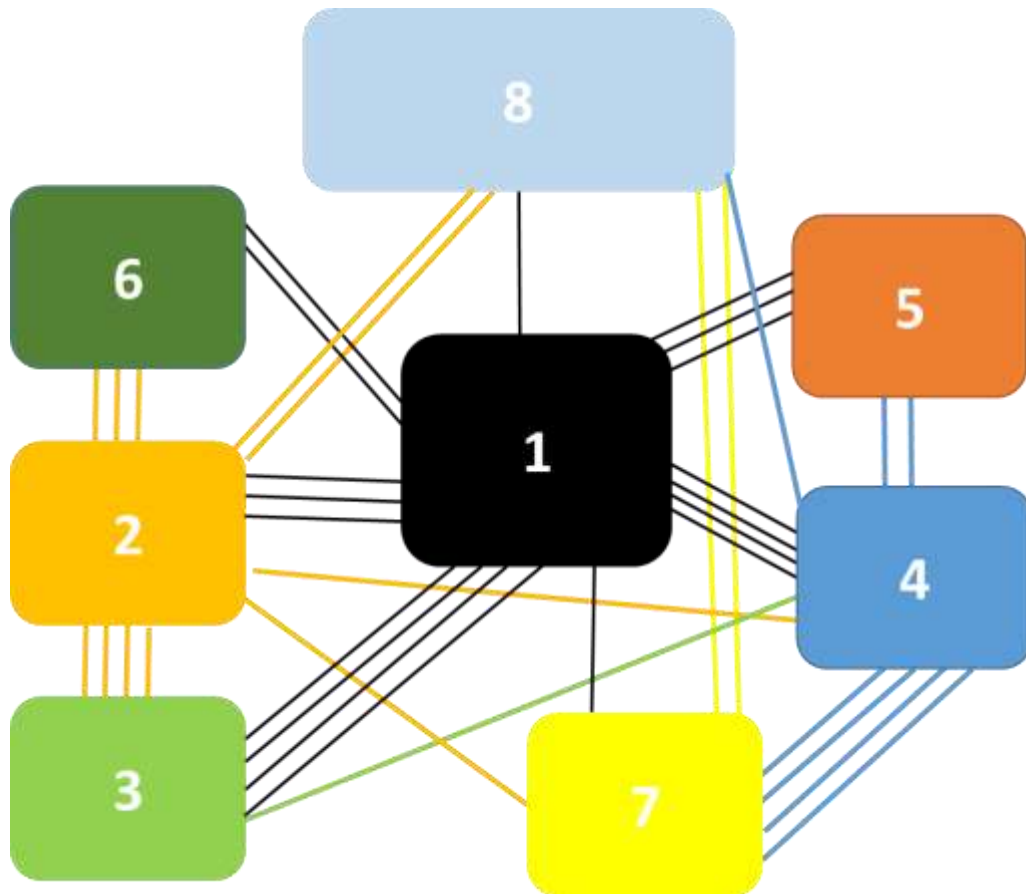
Departamento	(1)Producción	(2) Corte	(3) Estampado	(4) Terminado	(5) Revisado	(6) Foleo	(7) Embarque	(8) Admin.	Total
(1)Producción	-	3	4	4	3	2	1	1	18
(2) Corte		-	4	1	0	3	1	2	14
(3) Estampado			-	1	0	0	0	1	10
(4) Terminado				-	2	0	4	1	13
(5) Revisado					-	0	0	0	5
(6) Foleo						-	0	0	5
(7) Embarque							-	2	8
(8) Admin.								-	7

Fuente: Elaboración propia

Después de conocer los valores de cada una de las relaciones entre departamentos, se suman los valores como se señala con las líneas de colores, luego se procede a realizar el diagrama de nodos, este diagrama muestra la distribución de los departamentos de acuerdo a la importancia de la relación entre cada departamento.

El diagrama de nodos permite confirmar que las relaciones de proximidad del análisis previo se cumplen. A continuación, se presenta el diagrama de nodos para la distribución de departamentos de la Comercializadora Keter S.A. de C.V.

Imagen 37: Diagrama de nodos Comercializadora Keter S.A. de C.V.



Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron pocas líneas cruzadas que tienen un nivel de relación de 1 o 2, esto no afecta la distribución, ya que se observa que las relaciones de mayor importancia no se cruzan.

Basándose en los resultados del tamaño de cada una de las áreas de la empresa y la distribución del diagrama de nodos, se realiza el cálculo de los bloques que conformarán cada una de las áreas de la empresa.

Para la determinación de la cantidad de bloques necesarios, se toma como escala de un bloque igual a 40 m², es decir 6.324 metros x 6.324 metros. Es importante saber que para los bloques que resulten con punto decimal se redondeará.

Cálculo para producción: $367.612/40 = 9.19 = 10$ bloques

Cálculo para corte: $400/40 = 10$ bloques

Cálculo para estampado: $425/40 = 10.625 = 11$ bloques

Cálculo para terminado: $255/40 = 6.375 = 7$ bloques

Cálculo para revisado: $60/40 = 1.50 = 2$ bloques

Cálculo para foleo: $40/40 = 1$ bloque

Cálculo para embarque: $300/40 = 7.5 = 8$ bloques

Cálculo para administración: $280/40 = 7$ bloques

Tabla 33: Cantidad de bloques por departamento

Departamento	Área (m ²)	Bloques
(1)Producción	367.612	10
(2) Corte	400	10
(3) Estampado	425	11
(4) Terminado	255	7
(5) Revisado	60	2
(6) Foleo	40	1
(7) Embarque	300	8
(8) Admin.	280	7
Total		56

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene un total de 56 bloques para su distribución se hará de 7 x 8 bloques, lo que nos da como resultado 56. En el siguiente apartado se presenta el acomodo de los bloques.

Imagen 38: Acomodo por bloques 1

6	8	8	8	8	8	8	8
2	2	1	1	1	1	1	5
2	2	1	1	1	1	1	5
2	2	3	3	3	4	7	7
2	2	3	3	4	4	7	7
2	2	3	3	4	4	7	7
3	3	3	3	4	4	7	7

Fuente: Elaboración propia

El acomodo por bloques brinda una perspectiva de cómo quedarían distribuidos los espacios de acuerdo a las relaciones de proximidad y al tamaño de los bloques. Una vez que se realiza el acomodo por bloques, se elabora la evaluación de eficacia de la distribución.

La eficacia se calculó 2 veces con diferente acomodo de bloques, para escoger la mejor hay que comparar los resultados y la que menor suma de separación entre bloques tenga como resultado será la propuesta con mejor eficacia.

A continuación, se presentan los cálculos de la eficacia del acomodo de bloques 1.

Tabla 34: Cálculo eficacia del acomodo por bloques 1.

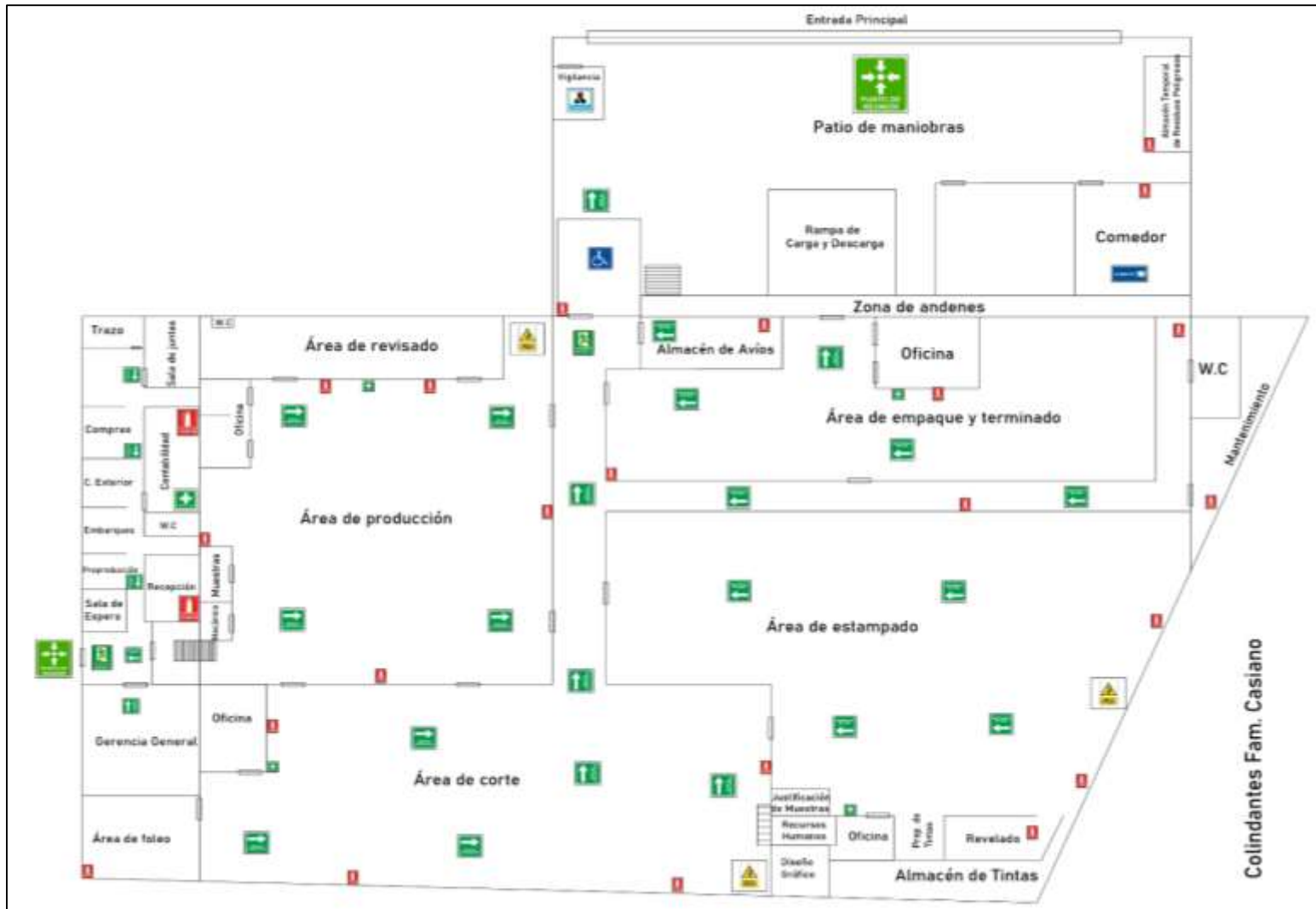
Departamento	(1)Producción	(2) Corte	(3) Estampado	(4) Terminado	(5) Revisado	(6) Foleo	(7) Embarque	(8) Admin.	Total
(1)Producción	-	3x0	4x0	4x0	3x0	2x2	1x0	1x0	4
(2) Corte		-	4x0	1x3	0	3x0	1x4	2x0	7
(3) Estampado			-	1x0	0	0	0	1x2	2
(4) Terminado				-	2x2	0	4x0	1x2	9
(5) Revisado					-	0	0	0	4
(6) Foleo						-	0	0	2
(7) Embarque							-	2x2	8
(8) Admin.								-	8
								Total	44

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el total, con el acomodo de bloques 1 se tiene una suma de separación de bloques de 44, para determinar si esta es la mejor distribución se presenta una segunda opción de acomodo de los bloques.

A continuación, se muestra el Lay Out de la empresa con el acomodo de bloques 1.

Imagen 39: Lay Out acomodo por bloques 1



Fuente: Elaboración propia

Después de conocer el Lay Out de la primera propuesta de distribución de la planta se procede a plantear un nuevo acomodo por bloques, para determinar cuál de los dos es la mejor opción de distribución. En el siguiente apartado se presenta el acomodo por bloques 2.

Imagen 40: Acomodo por bloques 2

8	8	8	8	8	8	8
2	6	1	1	5	5	4
2	2	1	1	4	4	4
2	2	1	1	4	4	4
2	2	1	1	7	7	7
2	2	1	1	7	7	7
2	3	3	3	3	3	7
3	3	3	3	3	3	7

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente espacio se muestran los cálculos de la eficacia para la opción 2 de acomodo de los bloques.

Tabla 35: Cálculo eficacia del acomodo por bloques 2.

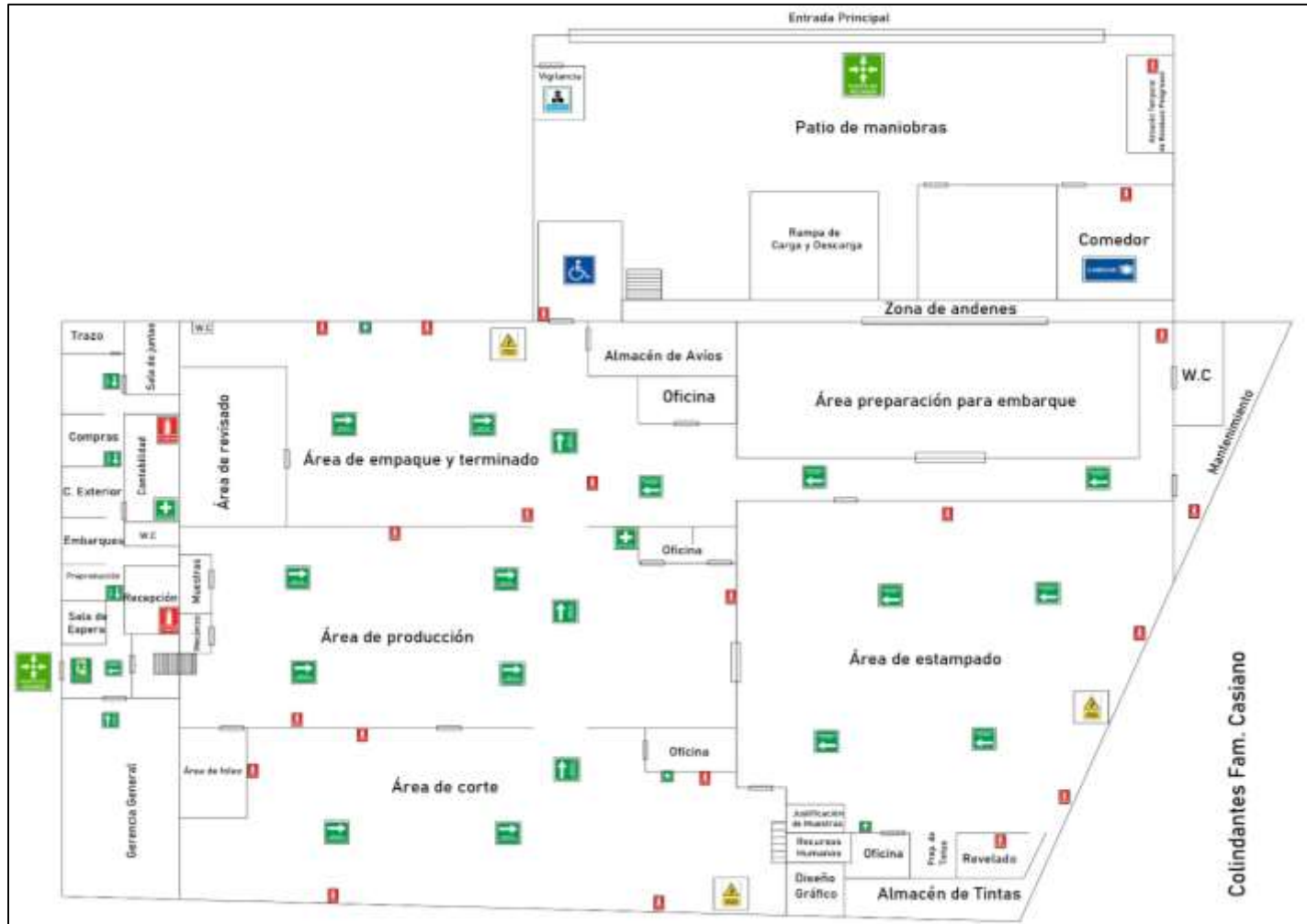
Departamento	(1) Producción	(2) Corte	(3) Estampado	(4) Terminado	(5) Revisado	(6) Foleo	(7) Embarque	(8) Admin.	Total
(1) Producción	-	3x0	4x0	4x0	3x0	2x0	1x0	1x0	0
(2) Corte		-	4x0	1x2	0	3x0	1x2	2x0	4
(3) Estampado			-	1x2	0	0	0	1x5	7
(4) Terminado				-	2x0	0	4x0	1x0	4
(5) Revisado					-	0	0	0	0
(6) Foleo						-	0	0	0
(7) Embarque							-	2x3	8
(8) Admin.								-	11
								Total	34

Fuente: Elaboración propia

Después de aplicar el cálculo de eficacia se obtiene que la propuesta de distribución 2 es la mejor opción, ya que como se mencionó anteriormente presenta menor separación de los bloques con mayor relación de proximidad.

Para continuar, se observa el Lay Out de la propuesta de acomodo por bloques 2.

Imagen 41: Lay Out acomodo por bloques 2



Fuente: Elaboración propia

Después de conocer ambas propuestas de distribución y de haber calculado la eficacia de cada una de ellas, se concluye que la mejor propuesta de distribución es la del acomodo por bloques 2.

Lo anterior debido a que con el acomodo de bloques 1 se tiene una suma de separación de bloques de 44 y con el acomodo de bloques 2 se obtuvo una suma de separación de bloques de 34. Si los resultados anteriores se multiplican por 6.324, que es la medida por lado de cada bloque, se obtienen los siguientes resultados respectivamente.

Acomodo por bloques 1:

$$44 \times 6.324 = 278.256 \text{ metros}$$

Acomodo por bloques 2:

$$34 \times 6.324 = 215.016 \text{ metros}$$

De esta manera se concluye con la aplicación y análisis del método SLP.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados Esperados de la Propuesta

La distribución de la planta representa una oportunidad para las empresas de mejora de sus procesos, a través de la aplicación de diferentes métodos se pueden recopilar datos importantes, algunos de los métodos aplicados se enlistan a continuación:

- Diagrama de flujo del proceso
- Diagrama de recorrido
- Cálculo de tiempo estándar de las operaciones
- Balanceo de línea de producción
- Cálculo de la maquinaria y personal necesario
- Método Guerchet
- Método SLP

Aplicando los métodos mencionados anteriormente y de acuerdo a la propuesta, se esperan resultados positivos dentro de las instalaciones de la empresa, puesto que se presenta un área de oportunidad importante.

Con la presente "Propuesta de redistribución de las instalaciones de Comercializadora Keter S.A de C.V para la mejora de la producción", se pretende lograr los siguientes objetivos en beneficio de la empresa:

- Utilizar el espacio de la planta eficientemente y ahorrar espacio, al disminuirse las distancias de recorrido y eliminarse pasillos inútiles y materiales en espera.
- Facilitar las maniobras y el proceso de manufactura dentro de la planta.
- Mejorar el proceso productivo, el aumento de la producción se estima en un 10%, con la correcta aplicación de los métodos.
- Evitar áreas incómodas y que hacen tedioso el trabajo para el personal, ya que se calcula el espacio mínimo necesario para que cada operario trabaje en un área adecuada.

La propuesta de redistribución de la planta de Comercializadora Keter S.A. de C.V. tiene como objetivo mejorar el proceso productivo, aprovechar los espacios disponibles dentro de la planta y aumentar la productividad, para lograr estos objetivos se basa en el desarrollo de la metodología Guerchet y la metodología SLP.


La metodología Guerchet, permite calcular el espacio necesario para el área de producción, calculando la superficie estática, superficie de gravitación y la superficie de evolución. La metodología se basa en los resultados de la aplicación del balanceo de línea que a su vez se basa en los tiempos estándar de cada operación.

La metodología SLP, por otro lado, permite determinar la distribución de la planta estudiando el nivel de relación que existe entre cada área y la importancia de la misma, de esta manera se evita que las áreas que necesitan cercanía entre ellas se ubiquen separadas.

El aumento de la producción que se menciona se estima a través del balanceo de línea, esto haciendo 2 balanceos, uno con la maquinaria actual y con la producción actual y otro aumentando la producción en un 10% en este último balance se obtienen las máquinas y los operarios que se necesitan para lograr ese aumento de la producción del 10%.

A continuación, se presentan ambos balanceos:

Imagen 42. Balanceo de línea 1

	PLANTA:	COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V.			
	ÁREA:	PRODUCCIÓN			
	Capacidad de Producción	4,500	Prendas/día	Minutos Trabajados por día	540

Balanceo de línea para producir al día:	4500	Prendas	Horas Trabajadas por día	9.0	Minutos Trabajados por Día	540	Segundos Trab. por Día	32400
--	------	---------	--------------------------	-----	----------------------------	-----	------------------------	-------


COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V.

No.	OPERACION	TSD (seg)	TAREA	MAQS. 100%	RED	TIPO DE MAQUINA	RECTA	OVER	COVER	OPERARIO	MANUALES
ENSAMBLE											
1	Unir hombros	34.54	938	4.8	5.0	OVER		5.0		5.0	
2	Unir cuello	19.65	1,649	2.7	3.0	RECTA	3.0			3.0	
3	Fijar contorno de cuello	47.38	684	6.6	6.5	COVER			6.5	6.5	
4	Pegar cuello	30.09	1,077	4.2	4.5	OVER		4.5		4.5	
5	Tapacostura de cuello	31.66	1,023	4.4	4.5	COVER			4.5	4.5	
6	Pegar mangas	33.45	969	4.6	4.5	OVER		4.5		4.5	
7	Cerrar costados	46.92	691	6.5	6.5	OVER		6.5		6.5	
8	Dobladillo de base	43.5	745	6.0	6.0	COVER			6.0	6.0	
9	Dobladillo de mangas	34.1	950	4.7	5.0	COVER			5.0	5.0	
10	Pegar monarch	14.57	2,224	2.0	2.0	RECTA	2.0			2.0	
11	Revisado final	60	540	8.3	8.5	MANUALES				0.0	8.5
TOTAL MINUTAJE SECCIÓN		395.86		55	46		5.0	20.5	22.0	47.5	8.5
TOTAL DE MAQUINAS NECESARIAS POR SECCIÓN (REDONDEADAS)							5.0	21.0	22.0	48.0	9.0
TIEMPO TOTAL POR PRENDA		395.8600					5.0	21.0	22.0	48.0	9.0

	RECTA	OVER	COVER	TOTAL
TOTAL MAQUINARIA EXISTENTE FISICAMENTE EN LÍNEA	7.0	23.0	24.0	54.0
MAQUINARIA PARA CAPACITACION	2.0	2.0	2.0	6.0
MAQUINARIA POR BALANCEO (REDONDEANDO POR SECCIONES)	5.0	21.0	22.0	48.0
TOTAL MAQUINARIA NECESARIA	7.0	23.0	24.0	54.0
DIFERENCIA	0	0	0	0.0

Fuente: Elaboración propia

Imagen 43. Balanceo de línea 2

	PLANTA:	COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V.			
	ÁREA:	PRODUCCIÓN			
	Capacidad de Producción	4,500	Prendas/día	Minutos Trabajados por día	540

Balanceo de línea para producir al día:	4950	Prendas	Horas Trabajadas por día	9.0	Minutos Trabajados por Día	540	Segundos Trab. por Día	32400
---	------	---------	--------------------------	-----	----------------------------	-----	------------------------	-------

COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V.

No.	OPERACION	TSD (seg)	TAREA	MAQS. 100%	RED	TIPO DE MAQUINA	RECTA	OVER	COVER	OPERARIO	MANUALES
ENSAMBLE											
1	Unir hombros	34.54	938	5.3	5.5	OVER		5.5		5.5	
2	Unir cuello	19.65	1,649	3.0	3.0	RECTA	3.0			3.0	
3	Fijar contorno de cuello	47.38	684	7.2	7.5	COVER			7.5	7.5	
4	Pegar cuello	30.09	1,077	4.6	4.5	OVER		4.5		4.5	
5	Tapacostura de cuello	31.66	1,023	4.8	5.0	COVER			5.0	5.0	
6	Pegar mangas	33.45	969	5.1	5.0	OVER		5.0		5.0	
7	Cerrar costados	46.92	691	7.2	7.5	OVER		7.5		7.5	
8	Doblado de base	43.5	745	6.6	6.5	COVER			6.5	6.5	
9	Doblado de mangas	34.1	950	5.2	5.5	COVER			5.5	5.5	
10	Pegar monarch	14.57	2,224	2.2	2.5	RECTA	2.5			2.5	
11	Revisado final	60	540	9.2	9.5	MANUALES				0.0	9.5
TOTAL MINUTAJE SECCIÓN		395.86		60	50		5.5	22.5	24.5	52.5	9.5
TOTAL DE MAQUINAS NECESARIAS POR SECCIÓN (REDONDEADAS)							6.0	23.0	25.0	53.0	10.0
TIEMPO TOTAL POR PRENDA		395.8600					6.0	23.0	25.0	53.0	10.0

	RECTA	OVER	COVER	TOTAL
TOTAL MAQUINARIA EXISTENTE FISICAMENTE EN LÍNEA	7.0	23.0	24.0	54.0
MAQUINARIA PARA CAPACITACION	2.0	2.0	2.0	6.0
MAQUINARIA POR BALANCEO (REDONDEANDO POR SECCIONES)	6.0	23.0	25.0	54.0
TOTAL MAQUINARIA NECESARIA	8.0	25.0	27.0	60.0
DIFERENCIA	-1	-2	-3	-6.0

Fuente: Elaboración propia

El primer balanceo de línea muestra que con la maquinaria con la que se cuenta actualmente en la planta y la distribución actual de la misma se obtiene una producción diaria de 4,500 piezas, lo que a la semana son 22,500 piezas y al mes se traduce como 90,000 piezas. Si bien la empresa tiene la capacidad de cumplir con esta cantidad de producción, puede aumentarla como se muestra en el balanceo de línea 2.

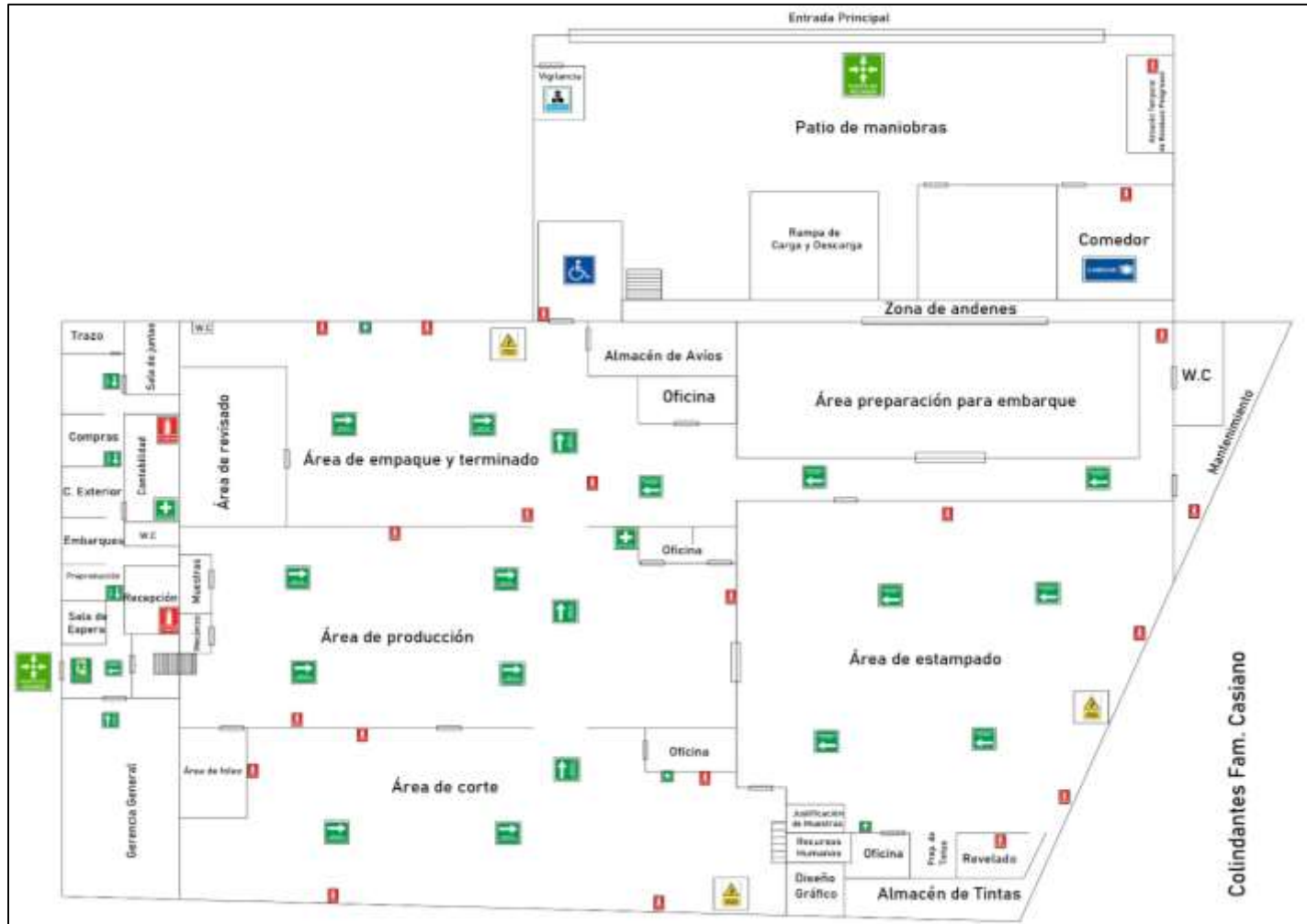
El balanceo de línea 2 plantea el aumento de la producción en un 10%, para lo cual necesitan producirse 4,950 prendas diarias. El balanceo nos indica la cantidad de maquinaria para lograr el aumento de la producción, así como el personal necesario.

Por otro lado, aunque uno de los objetivos de la presente propuesta busca mejorar la producción, se comprende que la distribución de la planta actual no es la más óptima, ya que hay espacios reducidos no sólo en el área de producción, sino también en los otros departamentos, por ello lo más importante es que la planta tenga condiciones de distribución que permitan a los operarios trabajar en los espacios correctos.

Ahora bien, después de haber aplicado el método Guerchet se procedió a aplicar la metodología SLP, en el que se primero se obtuvieron las relaciones de proximidad entre cada departamento de la empresa. Luego elaboró una tabla de relaciones de los departamentos con los datos obtenidos, con base en ella se realizó un diagrama de nodos para poder determinar el acomodo de las áreas.

Una vez obtenido la cantidad de bloques se realizó el diagrama de acomodo de estos, se calculó la eficacia de dos propuestas y se determinó cuál de ellas era la mejor opción mediante el cálculo de la eficacia de cada una. Como resultado se obtuvo el siguiente Lay Out:

Imagen 44: Lay Out acomodo por bloques 2



Fuente: Elaboración propia

Se determinó que la propuesta de distribución anterior era la mejor opción que la anterior debido a que el acomodo por bloques dio como resultado una separación de bloques menor que la de la primera propuesta.

Acomodo por bloques 1:

$$44 \times 6.324 = 278.256 \text{ metros}$$

Acomodo por bloques 2:

$$34 \times 6.324 = 215.016 \text{ metros}$$

Es de esta forma como se concluye con los resultados obtenidos de la investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

Tener un diseño de instalaciones adecuado se alcanza al integrar la maquinaria y la mano de obra, esto debido a que si la maquinaria y los departamentos dentro de la organización no están distribuidos de forma correcta, el personal llega a tener problemas para desarrollar sus actividades diarias, ya sea por pasillos con medidas incorrectas, un área de trabajo reducida, por material mal acomodado, etc.

El flujo de material entre departamentos dentro del proceso productivo determina tiempos de transporte entre cada operación, por ello es necesario establecer los niveles de relación de proximidad y basándose en ello ubicar los departamentos donde se logre un flujo de material eficiente.

5.2 Conclusiones Relativas a los Objetivos Específicos

El diseño de la distribución de la planta permite utilizar el espacio de la planta eficientemente y ahorrar espacio, al colocarse las medidas correctas para desarrollar el trabajo con al menos el mínimo espacio requerido, la localización de cada departamento así como a relación que existe entre ellos determina tiempos de transporte de materiales de un departamento a otro, contar con la distribución de departamentos basándose en ello logra reducir los tiempos de flujo de material.

Facilitar las maniobras y el proceso de manufactura dentro de la planta, esto se logra determinando los espacios necesarios para el transporte de material, las medidas de pasillos y estaciones de trabajo adecuados.

Mejorar el proceso productivo mediante una buena distribución, a través de una correcta distribución de departamentos, maquinaria y áreas de trabajo, puesto que una buena integración de estos logra que los tiempos de manufactura se reduzcan y el personal trabaje en un área que le permita desarrollar sus actividades sin interrupciones por falta de espacio.

Evitar áreas incómodas y que hacen tedioso el trabajo para el personal, el área de la estación de cada operario debe permitir que este último desarrolle su operación

sin materiales que le estorben o posiciones incómodas que a lo largo de la jornada mermen su desempeño.

5.3 Limitaciones del Modelo Planteado

En muchas ocasiones la limitante más grande de la empresa es que el área que se eligió para desarrollar sus actividades no está diseñada para ello, ya sea por el espacio o por las características del mismo.

Es frecuente que al realizar el cálculo de los espacios para la distribución el diseño se vea afectado porque las instalaciones que quieren ocuparse o modificarse no tienen las medidas necesarias, una gran limitante es esa, pues aunque se invierta en maquinaria y personal el área con la que se cuenta no tiene espacio suficiente para albergar más maquinaria y personal.

5.4 Recomendaciones

Cuando se requiere realizar alguna modificación en la distribución de la planta, no debe hacerse de forma improvisada, deben seguirse los métodos adecuados para que la nueva distribución sea funcional.

Aunque uno de los objetivos de la distribución de la planta sea el aumento de la producción y el beneficio económico que esto conlleva, debe considerarse también al personal y diseñar espacios de trabajo que les permitan estar cómodos y tener un mejor desempeño.

CAPÍTULO VI

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

6.1 Competencias Genéricas

“Las competencias genéricas son aquellas que hacen referencia, por una parte, a los recursos personales tales como las habilidades, los conocimientos, las actitudes y las aptitudes y, por la otra, a los recursos del ambiente. Estos dos factores combinados permiten un mayor desempeño laboral para cumplir con las metas propuestas. Las competencias genéricas están relacionadas entre sí y permiten que las personas cumplan con sus metas de forma satisfactoria. Además, están alineadas con los valores corporativos y pueden ser personales, instrumentales o sistémicas, entre otras.” (M., 2018)

A continuación, se enlistan las competencias genéricas desarrolladas durante este proyecto:

- Trabajo en equipo
- Habilidades para la investigación
- Conocimientos básicos
- Capacidad de análisis
- Compromiso ético
- Habilidades uso de tecnologías de la información
- Capacidad para tomar decisiones
- Adquisición de conocimientos
- Capacidad de comunicación
- Pensamiento crítico
- Aplicación de conocimientos adquiridos

6.2 Competencias Específicas

“Las competencias específicas son todas aquellas habilidades, conocimientos, valores y pensamientos requeridos para desarrollar de manera adecuada una tarea o un trabajo. A diferencia de las básicas y las generales, solo son útiles para un ámbito en concreto, y para desarrollarlas es necesario llevar a cabo un aprendizaje diseñado para ellas.” (Puerta, 2019)

A continuación, se enlistan las competencias específicas desarrolladas durante este proyecto:

- Evaluación del entorno
- Diagnóstico de problemas
- Aplicación de métodos para resolución de problemas
- Análisis de datos
- Toma de decisiones
- Comunicación oral y escrita
- Aprendizaje autónomo
- Iniciativa

CAPÍTULO VII

FUENTES DE INFORMACIÓN

7.1 Bibliografía

1. Castaño, F. (2014, 7 agosto). *Distribución de Las Instalaciones*. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/237929222/Distribucion-de-Las-Instalaciones>
2. Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principles of Operations Management*. Google Books.
<https://books.google.com.mx/books?id=jVIwSsVHUfAC&pg=PA348&dq=balanceo+de+lineas+de+produccion&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwYvOuf72AhUWD0QIHfA6CKQQ6AF6BAgHEAI#v=onepage&q=balanceo%20de%20lineas%20de%20produccion&f=false>
3. López, B. S. (2021, 24 septiembre). *Balanceo de línea*. Ingeniería Industrial Online.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/>
4. Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos*. Google Books.
<https://books.google.com.mx/books?id=cr3WTuK8mn0C&pg=PA72&dq=balanceo+de+lineas&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjv7b76rPz2AhUjkWoFHfPJAHIQ6AF6BAgHEAI#v=onepage&q=balanceo%20de%20lineas&f=false>
5. Platas García, J. A., & Cervantes Valencia, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones*. Google Books.
<https://books.google.com.mx/books?id=6jnABgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metodo+guerchet&hl=es->

419&sa=X&ved=2ahUKEwjN1IOQmKf2AhU6IEQIHdmADdEQ6AF6BAgGEAI#v=one
page&q&f=false

6. Revista especializada en procesos industriales - Virtual Pro. (2019, 27 agosto). VirtualPro.co. <https://www.virtualpro.co/revista/distribucion-de-planta/15>
7. Reyes, N. F. (2021, 24 junio). *Tipos de distribución en planta*. UAMedia Blog. <https://uamedia.org/blog/tipos-de-distribucion-en-planta/>
8. Rodríguez, E. (2017, 12 enero). *Factores que afectan la distribución de planta*. SLIDESHARE. <https://es.slideshare.net/EdenRodrguez/factores-que-afectan-la-distribucion-de-planta>
9. Ancalla, L. (2014, 10 junio). Tabla de suplementos. Scrib. <https://www.slideshare.net/lindsayhelen/tabla-de-suplementos?ref=>
10. M., A. (2018, 9 julio). ¿Qué son las competencias genéricas y por qué son decisivas para reclutar a empleados? HRTRENDS. <https://empresas.infoempleo.com/hrtrends/competencias-genericas>
11. Puerta, A. R. (2019, 20 abril). Competencias específicas: tipos, para qué sirven y ejemplos. Liferder. <https://www.liferder.com/competencias-especificas-tipos-para-que-sirven-y-ejemplos/>

12. López, B. S. (2021a, agosto 13). ¿Qué es el diseño y distribución en planta? Ingeniería Industrial Online. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disen-y-distribucion-en-planta/que-es-el-diseno-distribucion-en-planta/>

13. Preciado, C. (2014, 24 mayo). Capítulo 8 Distribución de las instalaciones. Academia Edu. https://www.academia.edu/6806566/Capitulo_8_Distribucion_de_las_instalaciones

14. Rivera, G. D. (2015, abril). Impactos de la asignatura distribución en planta en la formación de estudiantes para la gestión de procesos en ingeniería industrial. Revista Universidad y Sociedad. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202015000200004#:text=Una%20deficiente%20distribuci%C3%B3n%20en%20planta,de%20la%20mano%20de%20obra%2

15. Prado, V., Carla, M., Carla, M., & Cristina, C. (2022, 18 enero). Flujograma de Proceso. Blogdelacalidad. <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-flujo-flujograma-de-proceso/>

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

Anexo 1

Tabla de Suplementos

(Del capítulo III, Pág. 49)

	HOMBRE	MUJER
1. SUPLEMENTO CONSTANTES		
• Por Necesidades Personales	5	7
• Suplemento base por fatiga	4	7
2. SUPLEMENTO VARIABLES		
A. SUPLEM. POR TRABAJAR DE PIE	2	4
B. SUPLEM. POR POSTURA ANORMAL		
• Ligeramente incómodo	0	1
• Incómodo, Ej.: inclinado	2	3
• Muy incómodo Ej.: Tendido, estirado	7	7
C. USO DE FUERZA O ENERGIA MUSCULAR		
• Levantar peso de 2.5 Kg.	0	1
• Levantar peso de 5.0 Kg.	1	2
• Levantar peso de 7.5 Kg.	2	3
• Levantar peso de 10.0 Kg.	3	4
• Levantar peso de 15.0 Kg.	5	8
• Levantar peso de 17.5 Kg.	7	10
• Levantar peso de 20.0 Kg.	9	13
• Levantar peso de 25. Kg. (Máx. mujer)	13	20
• Levantar peso de 30.0 Kg.	17	—
• Levantar peso de 35.5 Kg.	22	—
D. MALA ILUMINACIÓN		
• Ligeramente por debajo de estimado	0	0
• Bastante por debajo de Estimado	2	2
• Absolutamente insuficiente	5	5
E. CONDICIONES ATM. (CALOR, HUMEDAD)		
Índice Enfriamiento: ml cal / cm ² / Seg.		
• Medida en Termómetro de Kata: 16, 14 y 12	0	0
• Medida en Termómetro de Kata: 10	3	3
• Medida en Termómetro de Kata: 8	10	10
• Medida en Termómetro de Kata: 6	21	21
• Medida en Termómetro de Kata: 4	45	45
• Medida en Termómetro de Kata: 2	100	100
F. CONCENTRACION INTENSA		
• Trabajos de cierta precisión	0	0
• Trabajos de precisión ó fatigosos	2	2
• T. de gran precisión ó muy fatigoso	5	5
G. RUIDOS		
• Ruido Continuo	0	0
• Intermitentes y fuerte	2	2
• Intermitentes y muy fuerte o estridente	5	5
H. TENSION MENTAL		
• Proceso bastante complejo	1	1
• Proceso complejo: atención en exceso	4	4
• Es muy complejo	8	8
I. MONOTONIA (mental)		
• Trabajo algo monótono	0	0
• Trabajo bastante monótono	1	1
• Trabajo muy monótono	4	4
J. TEDIO (fisico)		
• Trabajo algo aburrido	0	0
• Trabajo aburrido	2	1
• Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: (Ancalla, 2014)

Anexo 2

Tablas de Valores de Relaciones de Proximidad

(Del capítulo III, Pág. 73)

A	<i>Absolutamente necesario</i>	4
E	<i>Especialmente importante</i>	3
I	<i>Importante</i>	2
O	<i>Ordinario</i>	1
U	<i>Sin importancia</i>	0
X	<i>Indeseable</i>	-1

1	<i>Flujo de material</i>
2	<i>Costo de manejo de materiales</i>
3	<i>Equipo usado para manejar materiales</i>
4	<i>Necesidad de comunicación estrecha</i>
5	<i>Necesidad de compartir algo de personal</i>
6	<i>Necesidad de compartir algún equipo</i>
7	<i>Decisión de la administración</i>
8	<i>Separación necesaria</i>

Fuente: Elaboración propia

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL(LA) AUTOR(A) PARA LA CONSULTA Y
PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El que suscribe:

ALEJANDRA KARINA

LÓPEZ

GARCÍA

Con Número de
Control

17TE0071*

Perteneciente
al Programa
Educativo

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Por este conducto me permito informar que he dado mi autorización para la consulta y publicación electrónica del trabajo de investigación en los repositorios académicos.

Registrado con
el producto:

TESIS

Cuyo Tema es:

PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V. PARA LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN

Correspondiente al periodo:

AGOSTO-DICIEMBRE 2022

Y cuyo(a) director(a) de tesis es:

DR. JORGE RIVERA FLORES

ATENTAMENTE



ALEJANDRA KARINA LÓPEZ GARCÍA

Nombre y firma

Fecha de emisión: **24/09/2022**
c.c.p. Subdirección Académica

Asunto: Asignación de Asesor(a), Comisión Revisora y Entrega de Trabajo Profesional y Dictamen

Teziutlán, Puebla, 12 de agosto de 2022

Asesor(a): RIVERA FLORES JORGE
Integrante de Comisión Revisora: RUIZ HERNANDEZ OSCAR
Integrante de Comisión Revisora: MENDEZ RAMIREZ MARIA CHANEL
Presentes

Por este medio me permito informar que ha sido asignado como asesor(a) y comisión revisora del trabajo profesional que se convertirá en Tesis de:

Alumno (a):
Apellido paterno/materno/nombre (s)
Número de Control: Licenciatura o Posgrado:
Plan: Correo Electrónico:

Cuyo tema es:

25 palabras (máximo)

Se ha enviado a su correo institucional el trabajo profesional o de grado, por lo cual la comisión revisora tendrá 5 día hábiles para realizar las observaciones al alumnado, el(la) interesado(a) tendrá igualmente 5 días para corregir y las enviará al correo electrónico institucional de la comisión revisora, agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de licenciatura o de grado de nuestro alumnado egresado.

Dictamen de Comisión Revisora y Aprobación para Grabación

Siendo el día: **23 de septiembre de 2022** se reunieron los miembros de la comisión para revisar el trabajo asignado y una vez analizado se decidió liberarlo y aprobarlo para su grabación y programación de examen profesional.

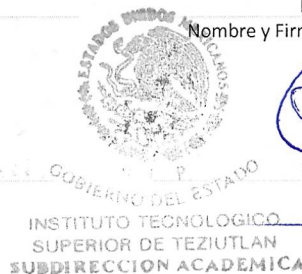
RIVERA FLORES JORGE
Nombre y Firma del(la) Asesor(a)

RUIZ HERNANDEZ OSCAR
Nombre y Firma del integrante de la Comisión Revisora

MENDEZ RAMIREZ MARIA CHANEL
Nombre y Firma del integrante de la Comisión Revisora

SANCHEZ PEREZ MYRIAM
Subdirección Académica

ccp. Expediente
Rosa G



R07/05/2021

F-SAC-18

Folio:

Índice de Figuras

Imagen 1: Organigrama Comercializadora Keter S.A de C.V.....	13
Imagen 2: Macro localización.....	14
Imagen 3: Micro localización.....	15
Imagen 4: Plano Comercializadora Keter.....	16
Imagen 5. Esquema de la planeación sistemática de Layout.....	31
Imagen 6. Ejemplo Tabla Relacional.....	32
Imagen 7. Ejemplo Diagrama Relacional.....	33
Imagen 8. Logo Cycle Time.....	34
Imagen 9. AutoCAD.....	34
Imagen 10. Cronograma de Actividades.....	36
Imagen 11. Área de corte.....	39
Imagen 12. Área de estampado.....	40
Imagen 13. Área de producción.....	41
Imagen 14. Área de revisado y deshebrado.....	42
Imagen 15. Área de terminado.....	43
Imagen 16. Área de embarque.....	43
Imagen 17. Diagrama de flujo del proceso productivo.....	44
Imagen 18. Diagrama de recorrido Comercializadora Keter S.A de C.V.....	45
Imagen 19. Playera Básica.....	46
Imagen 20. Ejemplo distribución pro producto o línea.....	48
Imagen 21. Muestras Unión de Hombros.....	50
Imagen 22. Muestras Unión de Cuello.....	51
Imagen 23. Muestras Fijar Contorno de Cuello.....	53
Imagen 24. Muestras pegar cuello.....	54
Imagen 25. Muestras tapacostura de cuello.....	56
Imagen 26. Muestras Pegar Mangas.....	57
Imagen 27. Muestras cerrar costados.....	59
Imagen 28. Muestras dobladillo de base.....	60

Imagen 29. Muestras dobladillo de mangas.....	62
Imagen 30. Muestras pegado de monarch.....	63
Imagen 31. Balanceo de Línea Comercializadora Keter S.A. de C.V.....	65
Imagen 32. Cálculos Balanceo de Línea.....	66
Imagen 33. Maquinaria Balanceo de Línea.....	67
Imagen 34. Balanceo de Línea más 10%.....	68
Imagen 35. Maquinaria Balanceo de Línea II.....	69
Imagen 36. Diagrama de relaciones de los departamentos de Comercializadora Keter S.A. de C.V.....	73
Imagen 37. Diagrama de nodos Comercializadora Keter S.A. de C.V.....	75
Imagen 38. Acomodo por bloques 1.....	77
Imagen 39. Lay Out acomodo por bloques 1.....	79
Imagen 40. Acomodo por bloques 2.....	80
Imagen 41. Lay Out acomodo por bloques 2.....	82
Imagen 42. Balanceo de línea 1.....	87
Imagen 43. Balanceo de línea 2.....	88
Imagen 44. Lay Out acomodo por bloques 2.....	90

Índice de Tablas

Tabla 1. Desglose de operaciones.....	41
Tabla 2. Demanda Semanal.....	46
Tabla 3. Tiempo disponible semanalmente.....	47
Tabla 4. Desglose de operaciones.....	47
Tabla 5. Porcentaje de tiempos suplementarios.....	49
Tabla 6. Operación 1: Unir hombros.....	49
Tabla 7. Cálculo tiempo estándar: Unión de hombros.....	50
Tabla 8. Operación 2: Unir cuello.....	51
Tabla 9. Cálculo tiempo estándar: Unión de cuello.....	52
Tabla 10. Operación 3: Unir cuello.....	52
Tabla 11. : Cálculo tiempo estándar: Fijar contorno de cuello.	53
Tabla 12. Operación 4: Pegar cuello.....	54
Tabla 13. Cálculo tiempo estándar: Pegar cuello.....	55
Tabla 14. Operación 5: Tapacostura de cuello.....	55
Tabla 15. Cálculo tiempo estándar: Tapacostura de cuello.....	56
Tabla 16. Operación 6: Pegar mangas.....	57
Tabla 17. Cálculo tiempo estándar: Pegar Mangas.....	58
Tabla 18. Operación 7: Cerrar costados.....	58
Tabla 19. Cálculo tiempo estándar: Cerrar costados.....	59
Tabla 20. Operación 8: Doblado de base.....	60
Tabla 21. Cálculo tiempo estándar: doblado de base.....	61
Tabla 22. Operación 9: Doblado de mangas.....	61
Tabla 23. Cálculo tiempo estándar: doblado de mangas.....	62
Tabla 24. Operación 10: Pegar monarch.....	63
Tabla 25. Cálculo tiempo estándar: Pegado de monarch.....	64
Tabla 26. Tiempos estándar para la confección playera básica.....	64
Tabla 27. Elementos necesarios para el área de producción.....	70
Tabla 28. Cálculo áreas totales.....	70

Tabla 29. Cálculo área total del departamento de producción.....	72
Tabla 30. Dimensiones departamentos de la empresa.....	72
Tabla 31. Relaciones de los departamentos de la organización.....	74
Tabla 32. Valores relación entre departamentos.....	74
Tabla 33. Cantidad de bloques por departamento	76
Tabla 34. Cálculo eficacia del acomodo por bloques 1.....	78
Tabla 35. Cálculo eficacia del acomodo por bloques 2.....	81