

# Respuestas

## UFPS



Artículo Original

<https://doi.org/10.22463/0122820X.3694>

### Determination of the constants "K" of the Guerchet method for the calculation of plant distribution surfaces for a company in the clothing sector in the metropolitan area of Cúcuta

Determinación de las constantes “K” del método Guerchet para el cálculo de las superficies de distribución de planta para una empresa del sector confecciones en el área metropolitana de Cúcuta

Laura Valeria Vega-Vacca<sup>1\*</sup>, Richard Monroy-Sepúlveda<sup>2</sup>, Yebrail Alexis Romero-Arcos<sup>3</sup>, John Freddy Gelves-Díaz<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ing. Industrial, [laurav-vegav@unilibre.edu.co](mailto:laurav-vegav@unilibre.edu.co), <https://orcid.org/0009-0004-3733-6525>, Semillero Emprendimiento y productividad e Innovación, Semillero de Investigación EMPROINN, Universidad Libre Seccional Cúcuta, Colombia.

<sup>2</sup>MSc. Ingeniería Ambiental, [richard.monroys@unilibre.edu.co](mailto:richard.monroys@unilibre.edu.co), <https://orcid.org/0000-0002-1778-3879>, Universidad Libre Seccional Cúcuta, Colombia.

<sup>3</sup>MSc. Gerencia de Empresas, [yebrail.romeroa@unilibre.edu.co](mailto:yebrail.romeroa@unilibre.edu.co), <https://orcid.org/0000-0002-1432-4095>, Universidad Libre Seccional Cúcuta, Colombia.

<sup>4</sup>Doctor en ingeniería, [johnf.gelvesd@unilibre.edu.co](mailto:johnf.gelvesd@unilibre.edu.co), <https://orcid.org/0000-0002-1238-6911>, Universidad Libre Seccional Cúcuta, Colombia.

**Cómo citar:** L. V. Vega-Vacca, R. Monroy-Sepúlveda, Y. A. Romero-Arcos, y J. F. Gelves-Díaz, “Determinación de las constantes “K” del método Guerchet para el cálculo de las superficies de distribución de planta para una empresa del sector confecciones en el área metropolitana de Cúcuta”, *Respuestas*, vol. 28, no. 2, pp. 49–62, 2023. <https://doi.org/10.22463/0122820X.3694>

Received on November 27, 2022 - Approved on April 29, 2023.

#### RESUMEN

**Palabras clave:**

Constante K, Distribución de planta, Fabricación, Guerchet, Producción, Sector confección de ropas.

Esta investigación tuvo como propósito realizar el cálculo o estimación de las constantes K para las superficies de distribución de planta para una empresa del sector confecciones en el área metropolitana de la ciudad de Cúcuta. Para desarrollarla, se escogió una muestra de una empresa del perímetro, calculando las máquinas y equipos utilizados en las compañías y caracterizar de esta manera una población laboral de dieciséis personas gracias a la medición antropométrica del personal en las etapas del proceso para así contar con los elementos necesarios para los cálculos que se requieren. Los resultados arrojados lograrán identificar si la distribución de planta es adecuada para el buen funcionamiento de este sector industrial. A partir del método Guerchet y el cálculo de constantes K se determinó que las máquinas no cumplen con el requerimiento necesario para su actividad económica.

#### ABSTRACT

**Keywords:**

Constant K, Plant layout, Manufacturing, Guerchet, Production, Garment manufacturing.

The purpose of this research was to calculate or estimate the K constants for the plant distribution surfaces in the clothing manufacture sector in the metropolitan area of the city of Cúcuta. To develop it, a sample of one company in the perimeter was chosen, calculating the machines and equipment used in the companies and thus characterizing a workforce of sixteen people thanks to the anthropometric measurement of the personnel in the stages of the process to have the necessary elements for the calculations that are required. The results obtained will be able to identify if the distribution of the plant is adequate for the proper functioning of this industrial sector. From the Guerchet method and the calculation of constants K, it is detected that the machines don't meet the necessary requirement for their economic activity.

\*Corresponding author.

E-mail Address: [laurav-vegav@unilibre.edu.co](mailto:laurav-vegav@unilibre.edu.co) (Laura Valeria Vega-Vacca)

Peer review is the responsibility of the Universidad Francisco de Paula Santander. This is an article under the license CC BY-NC 4.0



## Introducción

Los procesos industriales en el mundo de la manufactura están en constante cambio y son cada vez más rígidos y selectivos, por esta razón la eficacia en la ejecución de todas las etapas del proceso productivo se consideran parte importante para la estabilidad de la empresa. Por lo anterior, la Distribución en Planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller [1].

La Distribución de Planta se realiza cuando se detectan algunas de las siguientes necesidades: proyecto de una nueva planta, ampliar o cambiar de sitio la planta, reorganizar la planta, o ajustar de manera mínima dicha planta [2]. Para ello, se debe seguir una serie de pasos que buscan recopilar la información sobre las circunstancias que llevaron a detectar las necesidades de distribución de planta y el objetivo al que se quiere llegar. Posteriormente, para estudiar e implantar la nueva planta lo más probable es que se deba paralizar la operación del área de producción de manera parcial o total; dependiendo de lo complejo que sea el proceso que se realiza normalmente día a día en ésta.

En muchas organizaciones surge el tema de distribución de planta al enfrentarse con cambios severos del volumen de producción, congestión de materia prima, excesos de producción, retrasos de fechas de entrega o incluso afectación de la salud física y mental de los trabajadores, escaso mantenimiento de las maquinarias, entre otros [2]. Para realizar una buena distribución de planta, se debe plantear de manera exacta la problemática, analizarla, buscar las posibles alternativas de diseño que se pueden realizar, evaluar estas, seleccionar la más conveniente de todas, levantar las especificaciones de instalación y el seguimiento post redistribución para validar que realmente se esté cumpliendo el objetivo que se pretende con la redistribución de la planta. Antes de iniciar este proceso de distribución de planta, se debe dominar el método y fórmulas a aplicar al momento de establecer los espacios adecuados para cada puesto de trabajo, maquinaria o equipo [3].

La distribución de planta puede ser por posición fija, en bloque, en línea o híbrida [4]. La distribución por posición fija se utiliza cuando la materia prima por ser pesada se queda en su lugar y se trasladan hasta el sitio las herramientas y maquinarias. La distribución en bloque se utiliza al utilizar la misma máquina para realizar distintos productos dentro de la misma planta. La distribución en línea corresponde cuando las maquinarias están organizadas de manera secuencial y la materia prima pasa por cada una de las estaciones establecidas en la planta. La distribución híbrida combina los tres tipos de distribuciones ubicando la materia prima y la maquinaria de maneras estratégicas que permiten minimizar los tiempos de producción, entre ellos encontramos la distribución celular, sistemas de fabricación flexible y cadena de montaje. En el caso de la distribución celular es la combinación de la flexibilidad de la distribución en bloque y la eficiencia de la distribución en línea; los sistemas de fabricación flexible mezclan la automatización, productividad calidad al funcionar sin operadores humanos; las cadenas de montaje buscan encadenar las estaciones de operaciones de forma que fluya el material a procesar de manera más rápida y óptima (las más comunes son en "S", en "U", en línea recta, con voluta).

Muther, explica que la misión es hallar la ordenación de áreas de trabajo y equipo para que sea lo más económico para el trabajo, y que al mismo tiempo sea más seguro y satisfactorio para el personal de trabajo.

Para Muther [1] un buen diseño de planta se refiere a la disminución correcta de los costos, para esto plantea los siguientes objetivos: a) disminución del riesgo para la salud e incremento de la seguridad de los trabajadores; b) aumentar la producción; c) minimizar los retrasos en la producción; d) reducir el manejo de insumos y materia prima; e) optimizar el uso de herramientas, maquinaria, de la mano de obra y/o de los servicios; f) eliminar material no necesario en proceso; g) disminuir los tiempos de operación de la planta; h) acortar las labores administrativas relacionadas con la planta de producción; i) supervisar la operación de manera más fácil; j) facilitar el ajuste a los cambios de condiciones.

Entre las ventajas de implementar una distribución de planta encontramos la reducción de costos al manipular y trasladar la materia prima; identificar la entrada, almacenamiento y salida de la materia prima; suprimir las operaciones redundantes; aprovechar el espacio que posee la planta; suprimir los posibles cuellos de botella; optimizar la mano de obra; flexibilizar la adaptación a las condiciones ambientales [4].

Así mismo, la implementación de métodos como el de Guerchet en plantas de producción contribuye a lograr una definición óptima de espacios requeridos para el uso y manipulación de maquinaria y puestos de trabajo; y con base al método Guerchet, el cual consiste en calcular el espacio físico que se requiera para realizar una adecuada distribución de planta, identificando la cantidad de máquinas fijas y equipos existentes (elementos estáticos o fijos –EF) y la cantidad de operarios que hay y si aplica alguna herramienta o máquina de movimiento (elementos móviles – EM). Para conocer la superficie total que se necesita en la distribución de la planta, se calcula con la sumatoria de tres superficies parciales las cuales son superficie estática (Ss), superficie gravitacional (Sg) y superficie de evolución (Se) [5]. La constante K es un valor fijo que se otorga según el método de Guerchet [5] dependiendo de la actividad económica que desarrolle la empresa en la que se esté evaluando el diseño de planta [6].

Dentro de la cadena productiva de Colombia, encontramos el sector textil-confección, el cual se caracteriza por ofrecer múltiples productos finales. Este sector se destaca por la producción de hilados y tejidos para confeccionar prendas de vestir y también artículos para el hogar, producción de fibras utilizadas en la agricultura y construcción, cintas transportadoras, filtros, empaques, cuerdas, alfombras, fibras de revestimiento, entre otras. El mercado de textiles-confección es concurrido a nivel mundial, altamente competitivo, el cual lleva a crear estrategias logísticas de alianzas que sobrepasan a nivel internacional. El recurso humano es altamente capacitado y la remuneración es competitiva tanto en Suramérica como a nivel mundial como en países como Corea, Italia, Alemania, Japón, Estados Unidos, Argentina, Brasil, Chile, Venezuela [7].

Según la Cámara de Comercio de Cúcuta en 2018 se registró un total de 3113 empresas que se dedican a la actividad económica de confecciones y 1738 de estas pertenecen al sector específico de confecciones de prendas de vestir. Estas habían generado importaciones por más de 4 millones de dólares; de las cuales el 76% pertenece a prendas de marca propia, para todo tipo de persona y toda línea existente; exportada desde Cúcuta a países destacados como México, Guatemala y Venezuela [8].

Actualmente, solo existe información de ventas y porcentajes que representa dentro del PIB nacional y los pocos existentes de manera específica no generan una visión actual por ser de fechas muy anteriores [9]. De acuerdo con el informe que presentó la Cámara de Comercio de Cúcuta ante la Cámara Colombiana de la Confección y Afines; se confirmó la importancia que el Sistema Moda tiene en la región, la cual fue afectada por el cierre fronterizo con Venezuela y la masiva migración de residentes del país vecino elevando

el porcentaje de desempleados a un 15%. Si se comparan las empresas registradas entre los años 2019 y 2020, las empresas dedicadas a la confección incrementaron en un 8,3% con un número 1929 y las que comercializaron dichos productos aumentaron en un 60% alcanzando la cifra de 1557 empresas. Incluso, se han realizado eventos y diseñado programas por parte de entidades como Inexmoda, Min comercio, Acicam, iNNpulsA, Colombia Productiva, Procolombia, la Cámara de Comercio de Cúcuta, y CCCyA; con el propósito de incrementar la productividad, logrando la meta de 15 millones de prendas durante el año 2020 [10].

Para disminuir el impacto en el mercado colombiano a causa de la pandemia por Covid-19; Colombia Productiva en conjunto con Inexmoda y Fabián Hirose Consulting, lanzó el programa “Repoténciate, Encadenamientos Sistema Moda”. Este programa consiste en promover la reactivación económica del sector, y busca hacerle frente a la disminución de demanda y flujo de caja presentadas en las empresas de este sector; puesto que este sector manufacturero se destaca por generar valor y promover empleo para personas de la ciudad, y con este incentivo se busca mejorar la competitividad y aplacar el impacto negativo que ha traído la pandemia. Los representantes de las empresas participantes serán capacitadas y asesoradas por expertos en la materia que les ayuden a desarrollar productos para la demanda actual existente; ya sea tapabocas, trajes quirúrgicos, prendas elaboradas con telas de tipo anti fluido y servicio de suministro de dotación al sector laboral. También, se les brindará las herramientas necesarias para introducirse en el mundo del Marketplace e identificar las estrategias para llegar a ser proveedores de empresas de mediana y grandes superficies [11].

El análisis realizado por Sistema Moda muestra que 6 de cada 10 empresas no cuentan con los procesos para poder desarrollar nuevos productos; y que 7 de cada 10 organizaciones no cuentan con estrategias comerciales que generen beneficio a largo plazo; agudizando las dificultades de reactivación y adaptación a la “nueva normalidad” en la que se encuentran hoy. El programa de Repoténciate se llevará en 3 ciclos; las cuales serán formación, asesoría y encadenamiento. Se aprenderá durante el programa sobre consumidores, materiales, acabados, normas técnicas, diseño, patronaje, cumplimiento de protocolos de bioseguridad. Por otra parte, contarán con acceso a la red de Compra Lo Nuestro; el cual conecta compradores y proveedores para hacer la industria nacional más dinámica. Para participar en este, no importa el tamaño de la empresa; solo debe contar con mínimo tres trabajadores y dos años de operación.

En Colombia el cálculo de la constante K para distribución de planta no es muy usado, en países como México si se ha implementado este tipo de estudios y se han registrado buenos resultados, por lo cual vemos muy acorde presentar este estudio adaptado a la distribución de planta, con el fin de mejorar procesos y procedimientos.

La constante K en el sector productivo es importante; puesto que determina una de las variantes para calcular la superficie total de una planta de operaciones. Esta puede ser de un valor entre 0,05 hasta 3,00; la cual para este caso del sector textil-confecciones, el valor estaría ubicado en el rango 0,05 y 0,25 [6].

El método Guerchet [5] es aplicable al sector textil-confecciones puesto que es un sector económico que posee una planta base para poder transformar la materia prima y constituir la en producto final deseado por el mercado. El enfocarse en el modelo Guerchet [5] genera un impacto importante dentro de la compañía; puesto que esta herramienta es práctica para la optimización de las plantas de producción, detectar estrategias que permitan incrementar la producción y utilidades, suprimir demoras, desperdicios de materia prima, así

como dar buen uso al espacio físico con el que se cuenta en el área, disminuir la accidentalidad laboral, entre otros [4]

El presente trabajo tiene como objetivo el cálculo de la constante K en una empresa que se tomó como base en el sector textil de la ciudad de Cúcuta, con el fin de evaluar las condiciones y dimensiones de los espacios físicos que ocupan las máquinas y el personal de trabajo, y así determinar la relación que existe entre cada proceso.

### Materiales y Métodos

El presente trabajo se desarrolló en una empresa del área metropolitana de Cúcuta, que sirvió como punto de referencia para calcular la constante K aplicando el método de Guerchet y así estudiar si la superficie de planta es adecuada para el proceso de producción. Esta organización posee las etapas para la producción de productos de confecciones las cuales son las siguientes: recepción de materia prima, cortado, bordado y estampado, armado, pulido, lavado, desengomado, blanqueado, tinturado, neutralización, suavizado, terminado y acabados

A continuación, se detalla cada una de las etapas del proceso productivo y en el Figura No.1 se presenta el diagrama de flujo confección de una prenda.

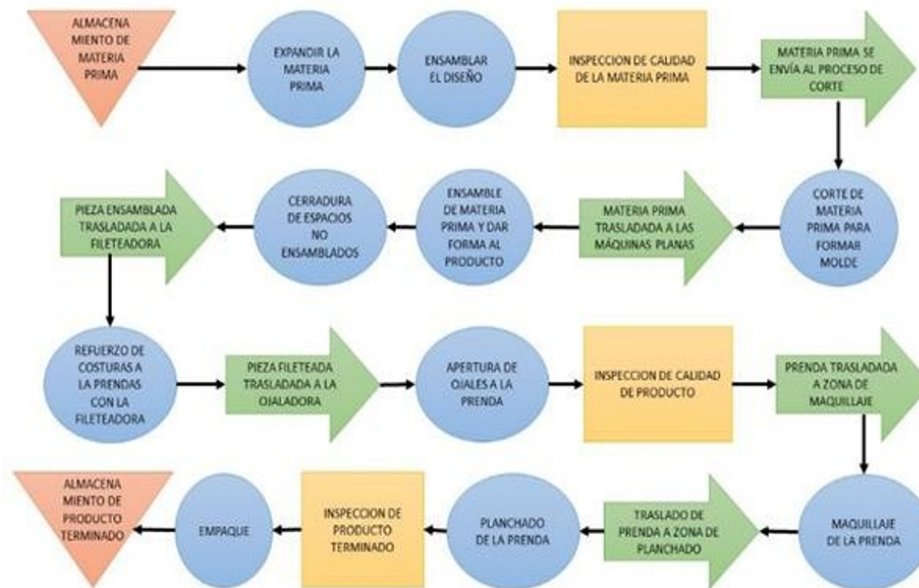


Figura 1. Confección de una prenda (Fuente propia)

Recepción de la materia prima: Se recibe la materia prima ya previamente solicitada y se realiza un análisis de calidad de la tela y organizar en la bodega según su textura.

Cortado: Se extiende la tela sobre la mesa de corte, este proceso se debe realizar por personas expertas en el corte que se encargan de desenvolver y extender la tela, después de esto se coloca la plantilla sobre la tela para subrayar los trazos y se procede al corte, el cual se realiza con una máquina de forma manual.

**Bordado y estampado:** Este paso se realiza antes del armado de la prenda, son separados según su talla o color, la cual seguirá a una fase preparación de color e inspección de diseño en caso de bordado. En esta fase se realizará dibujos de acuerdo a los lotes de producción o pedidos programados.

**Armado:** Se enumeran las prendas ya previamente cortadas y evitando confusión para el armado de la prenda, el personal de este proceso debe ser altamente calificado y experto en ensamblaje de la prenda, de lo contrario, provocará un producto no conforme o un debilitado en costuras.

**Pulido:** Este paso se enfoca en la eliminación de hilos que sobran después de ensamblar todas las piezas, este paso se realiza de manera manual con unas tijeras pequeñas llamas pulidoras, en un área especial para esto después del proceso limpian los hilos sobrantes ya que estos contaminan.

**Lavado:** Después de concluir el ensamblaje de las piezas y pulido de estas, se realizará el siguiente proceso que es lavar las prendas en una lavadora especializada en ropas de tela, ahí se realizara el proceso de lavado o pintura de acuerdo al producto deseado.

**Desengomado:** se eliminan las gomas que la tela tiene al momento de fabricar las prendas.

**Blanqueado:** proceso que da como un efecto de picado a la prenda y que lo diferencia entre las costuras de la prenda.

**Tinturado o envejecido:** operación donde el tono de la tela es uno más bajo de lo normal, se usa para cambios de temporada o un efecto natural que lo diferencia de otras prendas.

**Neutralización:** proceso donde la prenda es sometida a un cambio para que el tejido de la prenda no pierda firmeza y sea la misma fortaleza que lo caracteriza se usan baños alcalinos o ácidos este depende del proceso de tinturado.

**Suavizado:** se realiza un baño con suavizante industrial para que al momento del cliente usar la prenda no tenga molestias con la tela. Este paso ya descrito anteriormente es uno de los más importantes, como se puede evidenciar la prenda va tomando cambios y formas con respecto al acabado deseado.

**Terminados o acabados:** La prenda se lleva a un área donde se colocan cierres y detalles, los cierres los coloca una máquina recta con un pie específico para los cierres, seguidamente los ojales en una máquina ojaladora, para después colocar botones y remaches usando la máquina atracadora, y por último la máquina de etiquetado. Por otra parte, el número de personas que forma parte de esta línea de producción corresponden a un numero de 16 personas de acuerdo con la investigación realizada.

El sector de confecciones hace parte de la cadena Textil-Confección [12] [13] asociada al CIU 1410 según agrupación ante Cámaras de Comercio [13]. Este sector incluye todo tipo de prendas de vestir, excepto prendas de piel [14]. Esto incluye telas, telas no tejidas, telas plastificadas, tejidos elásticos, encajes, cuero natural o artificial, materiales trenzables, entre otros; los cuales pueden estar bañados, impregnados o encauchados. Para procesar estos materiales, primero se cortan las piezas y se proceden a unir mediante costuras; estas pueden ser en serie o sobre medidas [15].

Las etapas para el cálculo de la constante K por el método Guerchet fueron las siguientes:

***Etapa 1. Inventario de maquinaria de la empresa base del sector confecciones.***

Para realizar el inventario de la maquinaria, se debe identificar los siguientes ítems de cada máquina, herramienta y equipo existentes en la planta de producción:

Nombre de la herramienta, equipo, tipo de herramienta (manual, eléctrica o potencia), proceso al que pertenece, estado actual, y evidencia fotográfica de la máquina en general, código único de identificación interna del activo. El paso a paso para completar esta información se debe realizar de la siguiente manera [16]:

Primero se debe realizar un recorrido por la planta para detectar los equipos que existen y clasificar de acuerdo a una estructura lógica, las cuales pueden ser por ubicación, clase o grupo de equipo al que pertenezcan. Luego se debe detectar cuales son los equipos más críticos dentro de la planta. Posterior a ello, se debe identificar las características esenciales y realizar una matriz con la información: Marca/ Modelo/ Número de serie; Código (si tuviese); Estado del bien; responsable del equipo; Ubicación; Fecha de compra; Valor de compra; Vida útil. Al obtener esta información, se procede a diligenciar las plantillas estándares ya sea en formato físico o digital, asignar responsable del inventario y consolidar la información preferiblemente en un documento Excel, el cual facilita el registro y consulta posterior de la información recopilada, al igual que permite alimentar información estilo bitácora, que además que se debe codificar en una parte visible [16].

***Etapa 2. Estimación de la superficie total: distribución de planta.***

Para los elementos que se va a distribuir, la superficie total necesaria se halla sumando las superficies estáticas, gravitacional y de evolución, tal como sigue en (1):

$$S_t = S_s + S_g + S_e \quad (1)$$

Donde

$S_t$ : Superficie total

$S_s$ : Superficie estática

$S_g$ : Superficie gravitacional

$S_e$ : Superficie de evolución

Para hallar la superficie estática ( $S_s$ ), se realiza la operación de multiplicar el largo por el ancho, tal como sigue en (2):

$$S_s = l * a \quad (2)$$

Donde l es largo y a es ancho. Esta ecuación es aplicable a cada una de las máquinas que existan en la planta de producción [3].

Para el cálculo de la superficie gravitacional ( $S_g$ ), se realiza la operación de multiplicar la superficie estática con el número de lados operables de la maquina en cuestión, tal como sigue en (3):

$$S_g = S_s * N \quad (3)$$

Donde  $S_s$  = superficie estática  $N$  = número de lados operables. Esta ecuación es aplicable al área que necesita un operario para realizar la labor en una máquina determinada [3].

### ***Etapa 3. Estimación de las constantes K para superficies de distribución de planta de la empresa base del sector confecciones.***

Inventario de maquinaria y equipos utilizados en la fabricación de productos textiles en el área metropolitana. Las dimensiones en metros de los equipos se obtuvieron de acuerdo con las referencias comerciales de las máquinas indicadas por la empresa base, que para este caso las máquinas utilizadas por la empresa corresponden al proveedor Macoser, quien les provee máquinas marca Singer [17]. Las máquinas serían para este caso los objetos para medir la superficie estática, tal como lo enuncia (4).

$$S_s = 60cm * 120cm = 72cm^2 = 0,72m^2 \quad (4)$$

## **Resultados y Análisis**

### ***Etapa 1. Inventario de maquinaria de la empresa base del sector confecciones.***

Para el desarrollo de este análisis, se tuvo en cuenta que, independiente al método a aplicar para realizar la distribución de planta; se requiere identificar los datos que existen en la planta de producción, los cuales son irrepetibles. Por ello, cada máquina herramienta y equipo cuenta con información única tal como código de identificación, serial, referencia, entre otros. Tal como menciona Mego [16], se debe recorrer la planta a estudiar para luego clasificar los elementos encontrados bajo estructuras lógicas, bien sea por ubicación, clase o equipo al que pertenezca. Se debe diligenciar información relevante que requiera seguimiento por parte de la compañía al diligenciar una matriz, preferiblemente digital; la cual permita modificaciones a futuro, pero con acceso únicamente para el líder del proceso de inventario o modificación del diseño de planta.

Si se evalúa a fondo la cadena de valor, vemos que planificar y controlar la distribución de las máquinas permite orientar la prospección que tiene la empresa acerca de los objetivos a lograr. Si no se realiza un plan de acción, se desaprovechan muchas de las oportunidades de negocio que puedan surgir al no tener definida las estaciones que tiene cada actividad del proceso productivo.

### ***Etapa 2. Estimación de la superficie distribución de planta.***

Para hallar las superficies de una distribución de planta, uno de los métodos más utilizados es la determinación de las constantes K del método Guerchet. Para saber implementar esta herramienta, fue necesario estudiar acerca del cálculo de la superficie total, así como ahondar sobre el cálculo de cada una de las superficies parciales que la componen, tal como también lo expuso Muther [1]. Para ello fue necesario estudiar el comportamiento y cálculo matemático de las superficies parciales; es decir, de la superficie estática ( $S_s$ ), superficie gravitacional ( $S_g$ ) y superficie evolutiva ( $S_e$ ) [18]. Y al tener estos valores, nos es posible hallar la constante K que corresponde a toda la planta en general [3]. Los resultados se mostrarán en la siguiente etapa.



**Etapa 3. Medición antropométrica del talento humano de la empresa base del sector confecciones y estimación de las constantes K para la superficie de la distribución**

Las máquinas serían para este caso los objetos para medir la superficie estática, tal como enuncia la fórmula (5):

$$S_s = 1 * a \quad (5)$$

$$S_s = 60cm * 120cm = 72cm^2 = 0,72m^2$$

En la Tabla I, encontramos que estas máquinas tienen una medida estándar de 60 cm de ancho x 120 cm, lo cual correspondería a una superficie estática de 72cm<sup>2</sup> que es igual a 0,72m<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta que la empresa es una sola, el promedio sería 0,72m<sup>2</sup>. Por el tipo de prendas que confeccionan, las prendas son procesadas una a una.

**Tabla I.** Dimensiones promedio maquinaria [17].

| Dimensiones en metros       | SINGER | Promedio |
|-----------------------------|--------|----------|
| Maquina plana de una aguja  | 0,72   | 0,72     |
| Maquina plana de dos agujas | 0,72   | 0,72     |
| Pretinadora                 | 0,72   | 0,72     |
| Fileteadora                 | 0,72   | 0,72     |
| Presilladora                | 0,72   | 0,72     |
| Maquina cerradora           | 0,72   | 0,72     |
| Ojaladora                   | 0,72   | 0,72     |
| Etiquetadora                | 0,72   | 0,72     |

*Medición antropométrica del talento humano operativo del sector de confecciones del área metropolitana de Cúcuta*

Las características antropométricas y funcionales del operario impactan la ergonomía con la que debe contar la maquinaria y el puesto de trabajo. Contar con valor promedio de este dato poblacional es elemental, puesto que se debe tomar decisiones en caso de que esté afectando la seguridad y salud de los trabajadores, elevando la accidentalidad laboral e incluso generando patologías que desencadenan enfermedades de origen profesional. Para la empresa encuestada, el estudio de ergonomía fue realizado con anterioridad por el responsable del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo con acompañamiento de la ARL; y con la información extraída del estudio, se toma la muestra de 16 personas que representan la parte operativa de la compañía. Y con el cálculo realizado, hallar la constante K del método Guerchet [5].

A continuación, se relaciona en la Tabla II la caracterización o medición antropométrica de los empleados de la empresa base:

**Tabla II.** Estatura promedio de los operarios.

| OPERARIO | ESTATURA (m) | AREA            |
|----------|--------------|-----------------|
| 1        | 1,58         | Maquinas planas |
| 2        | 1,6          | Maquinas planas |
| 3        | 1,63         | Maquinas planas |
| 4        | 1,55         | Maquinas planas |

|                                     |       |             |
|-------------------------------------|-------|-------------|
| 5                                   | 1,58  | Pretinador  |
| 6                                   | 1,65  | Pretinador  |
| 7                                   | 1,62  | Fileteo     |
| 8                                   | 1,74  | Fileteo     |
| 9                                   | 1,56  | Presillador |
| 10                                  | 1,55  | Presillador |
| 11                                  | 1,56  | Cerrador    |
| 12                                  | 1,58  | Cerrador    |
| 13                                  | 1,63  | Ojalador    |
| 14                                  | 1,54  | Ojalador    |
| 15                                  | 1,5   | Etiquetado  |
| 16                                  | 1,43  | Etiquetado  |
| <b>PROMEDIO</b>                     | 1,58  |             |
| <b>D E S V I A C I Ó N ESTANDAR</b> | 0,068 |             |

El promedio de la estatura se promedia con la suma de cada uno de los valores y dicho resultado se divide entre el número de muestreo.

La ergonomía es el diseño del lugar de trabajo teniendo en cuenta la fisiología de los empleados, capacidades físicas, motoras, emocionales y psicológicas [19]. Para el cálculo de la constante K se requiere el valor promedio de las estaturas de los operarios, así como el de la desviación estándar de dicha muestra independiente al área del proceso de producción que pertenezca dicho empleado dentro de la organización productora de prendas de vestir (Tabla 3).

El sector textil-confecciones maneja un valor K promedio de 0,5 y 1; y para verificar que la distribución de planta es correcta se aplica a cada máquina la siguiente fórmula que sigue (6):  $K = (0,5 * \text{Promedio Personal}) / (\text{Promedio Máquinas})$  (6)

Al ser valores estándar en el promedio de máquinas y el promedio de personal es único, se procede a realizar el cálculo del valor K tal como sigue:

$$K = (0,5 * \text{Promedio Personal}) / (\text{Promedio Máquinas}) \quad (6)$$

$$K = \frac{(0,5 * 1,58)}{0,72} = 1,097$$

**Tabla III:** Resultado constante K.

| DIMENSIONES EN METROS       | PROMEDIO MÁQUINAS | PROMEDIO PERSONAL | K= Entre 0,5 |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Máquina plana de una aguja  | 0,72              | 1,58              | 1,097        |
| Máquina plana de dos agujas | 0,72              | 1,58              | 1,097        |
| Pretinadora                 | 0,72              | 1,58              | 1,097        |
| Fileteadora                 | 0,72              | 1,58              | 1,097        |
| Presilladora                | 0,72              | 1,58              | 1,097        |
| Máquina cerradora           | 0,72              | 1,58              | 1,097        |
| Ojaladora                   | 0,72              | 1,58              | 1,097        |
| Etiquetadora                | 0,72              | 1,58              | 1,097        |

Teniendo en cuenta que los valores promedio de máquina y personal son estándares para todas las áreas del proceso de producción, encontramos que el resultado de la constante K para la empresa está conformado por 8 máquinas y tomando como muestra la población de 16 operarios, la mayoría mujeres, con promedios de estatura de 1,58m y desviación estándar de 0,068m; vemos que los valores predeterminados según el método Guerchet [5] implementado por Muther [1].

Una vez comprendida la teoría, se aplicó cada uno de los cálculos determinados en el método Guerchet [5]. Primero se procedió a realizar el inventario de maquinaria y equipos utilizados en la fabricación de productos textiles en la empresa seleccionada. Estas máquinas son marca Singer [17], comercializada por Macoser. Se encontró que independiente a la máquina que se encuentre en la planta, esta marca se caracteriza por contar con las mismas medidas para cualquier tipo de máquina que procese material textil; arrojando como resultado un área de 0,72m<sup>2</sup> para cada una de las máquinas. Se realiza registro de la información en tabla para mejor análisis de la información.

Actualmente no registran casos abiertos por temas de accidente laboral ni por enfermedad de origen profesional; y la medición antropométrica ya había sido realizada recientemente por el profesional a cargo del sistema en conjunto con la ARL. Como cada operario es una persona única e irreplicable, se procede a realizar el cálculo de la constante K del método Guerchet [5] con la muestra de 16 trabajadores y se calcula el promedio de estatura que existe entre ellos; para lo que se diligenció una tabla para facilitar el registro y análisis de la información. A continuación, se relaciona en la Tabla IV la caracterización o medición antropométrica de los empleados de la empresa base:

Tabla IV. Estatura promedio de los operarios (Basado en la Tabla II).

| OPERARIO                   | ESTATURA (m) | ÁREA            |
|----------------------------|--------------|-----------------|
| 1                          | 1,58         | Máquinas planas |
| 2                          | 1,6          | Máquinas planas |
| 3                          | 1,63         | Máquinas planas |
| 4                          | 1,55         | Máquinas planas |
| 5                          | 1,58         | Pretinador      |
| 6                          | 1,65         | Pretinador      |
| 7                          | 1,62         | Fileteo         |
| 8                          | 1,74         | Fileteo         |
| 9                          | 1,56         | Presillador     |
| 10                         | 1,55         | Presillador     |
| 11                         | 1,56         | Cerrador        |
| 12                         | 1,58         | Cerrador        |
| 13                         | 1,63         | Ojalador        |
| 14                         | 1,54         | Ojalador        |
| 15                         | 1,5          | Etiquetado      |
| 16                         | 1,43         | Etiquetado      |
| <b>PROMEDIO</b>            | 1,58         |                 |
| <b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b> | 0,068        |                 |

El promedio de la estatura se realiza con la suma, posteriormente se realiza la medición antropométrica del personal que labora en la planta de producción de la confeccionadora en estudio. Esta labor es realizada por las empresas comúnmente por mantener actualizado el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Al revisar esta información se cuenta con que de cada uno de los valores y dicho resultado se

divide entre el número de muestreo, que para este caso es 16, generando como resultado que el promedio de estatura es 1,58 metros.

Según menciona Vidaurrázaga en su artículo, la medición antropométrica es sumamente importante, teniendo en cuenta que permite evidenciar si el operario realiza las actividades en una posición adecuada. De ser así, permite incrementar su productividad, reduce la fatiga laboral y disminuye la posibilidad de lesiones y accidentalidad laboral puesto que sus movimientos repetitivos no producen mayor riesgo al no rebasar los ángulos de confort [20].

Ya contando con la información requerida para el cálculo de la constante K, se procede a verificar si, la distribución de planta existente es correcta, y se aplica la fórmula planteada por Guerchet [5], la cual han usado varios autores, entre ellos Muther [1]. Para el sector textil-confecciones el valor K promedio debe ser entre 0,5 y 1. Al ser estándar el promedio de los valores de máquina y personal para todas las áreas que involucran la planta de producción; que para este caso respectivamente fue de 8 máquinas y 16 operarios como población; el resultado de la constante K generó un valor de 1,097 generando una desviación fuera del rango superior a 0,97 que determinó que las máquinas no cumplen con el requerimiento necesario para su actividad económica; según el valor predeterminado en el método Guerchet [5], el cual ha sido implementado por Muther en sus investigaciones y artículos [1].

## Conclusiones

Se deduce que con la aplicación del método Guerchet, se busca brindar el área mínima requerida según la maquinaria, equipo y mano de obra que fluye en el proceso y que todas las áreas que tienen contacto directo con el proceso desarrollen los procedimientos requeridos y dispongan de las condiciones para realizar sus actividades.

En esta investigación encontramos que la estatura promedio de los operarios es de 1,58m con una desviación estándar de 0,068m; y para la evaluación del método Guerchet se tomó como muestra 16 operarios de la empresa encuestada, dos por cada área evaluada, las cuales fueron a saber: máquina plana de una aguja, máquina plana de dos agujas, pretinadora, fileteadora, presilladora, máquina cerradora, ojaladora, etiquetadora. Para la empresa encuestada telefónicamente, maneja el mismo tipo de máquinas Singer [17] para toda la operación productiva, empresa que maneja tamaño estándar en sus máquinas planas independiente a la función que tengan dentro de la confección de prendas de vestir. Se evidenció que el margen de la constante K que se calculó en la empresa base del sector textil-confecciones mostrando una variante fuera del rango normal de 0,5 y 1 por solo noventa y siete diezmilésimas (0,097); es decir, el margen de constante K para este caso fue de 1,097.

Se puede evidenciar que debe tenerse en cuenta la superficie requerida para el movimiento alrededor de la máquina y que la altura incluida nos da una idea del volumen y visibilidad para el movimiento de los operarios. Por otra parte, la superficie ocupada por las piezas o materiales acopiados junto a un puesto de trabajo para la operación en curso no da lugar a una asignación complementaria, ya que está comprendida entre las superficies de gravitación y de evolución.

Estas fases detectaron una serie de debilidades que deben tenerse en cuenta para una correcta disposición de la planta, aspectos que deben estudiarse junto a los coordinadores de producción para realizar un esquema

de diagramas de proceso, producto y producción para realizar una mejora en los procesos y así poder tener una adecuada adecuación de la planta para mejorar los índices de constante K.

## Referencias

- [1] R. Muther, *Distribución en planta*, Segunda edición. Barcelona: Hispano Europea, 1970.
- [2] D. De la Fuente García and I. Fernández Quesada, *Distribución en planta*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo, 2005.
- [3] N. H. Villarraga Cruz, “La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo,” *Editorial Uniagustiniana*, pp. 1–26, 2017, doi: 10.28970/ua.nc.2017.n1.
- [4] M. A. Caicedo Cantos, “Análisis de los procesos operativos y distribución de planta en la Empresa Cimetcorp S A,” Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2019. Accessed: Apr. 21, 2022. [Online]. Available: <https://1library.co/document/z3doexdy-analisis-procesos-operativos-distribucion-planta-empresa-cimetcorp-s.html>
- [5] A. Valencia Napán, “Cálculo de áreas,” Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [6] B. Salazar López, “Métodos de Distribución y Redistribución en planta,” *Ingeniería Industrial*. Accessed: Sep. 20, 2022. [Online]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disen-y-distribucion-en-planta/metodos-de-distribucion-y-redistribucion-en-planta/>
- [7] Departamento Nacional de Planeación de Colombia, “Textil Confecciones,” 2020.
- [8] Cámara de comercio de Cúcuta, “Tejido empresarial,” *Revista 4 Enfoques*, no. 4, pp. 53–54, 2018, Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: [https://issuu.com/camaradecomerciodecucuta/docs/ilovepdf\\_merged\\_\\_2\\_](https://issuu.com/camaradecomerciodecucuta/docs/ilovepdf_merged__2_)
- [9] J. A. Pinillos Villamizar, M. F. Jaimes Ramírez, and S. Ortiz Ramírez, “Análisis sectorial de las confecciones en Norte de Santander: 2013 – 2016,” *Interfaces (Providence)*, vol. 2, no. 1, pp. 81–97, 2019, Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/interfaces/article/view/8272>
- [10] C. Ferrer Pabón, “Caracterización Sector Moda - Norte de Santander,” Cúcuta, 2020. Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: <https://es.slideshare.net/slideshow/caracterizacin-sector-moda-norte-de-santander-2020/228726406>
- [11] “Repoténciate, Encadenamientos Sistema Moda - Colombia Productiva.” Accessed: Sep. 20, 2022. [Online]. Available: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-servicios/ptp-proyectos/repotenciate/todo-sobre-repotenciate>
- [12] Sura, “Informe sectorial sistema moda,” 2021. Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: <https://issuu.com/hugotorresb/docs/informesectorial-sistemamoda>

- [13] DANE, "Clasificación Industrial Internacional Uniforme," 2022.
- [14] Gerencie, "Códigos CIU." Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.gerencie.com/codigos-ciu.html>
- [15] DANE, "CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME DE TODAS LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS. Revisión 4 adaptada para Colombia CIU Rev. 4 A.C.," 2012. Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: [https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIU\\_Rev4ac.pdf](https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIU_Rev4ac.pdf)
- [16] D. Mego, "¿Cómo hacer un inventario de equipos para mejorar el Mantenimiento?" Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.blog.qimiapp.com/post/c%C3%B3mo-hacer-un-inventario-de-equipos-para-mejorar-el-mantenimiento>
- [17] Singer, "Ficha técnica." Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: <https://singer.pe/wp-content/uploads/2021/06/Ficha-Tecnica-Maquina-de-Coser-1605.pdf>
- [18] M. Muñoz Cabanillas, "Diseño de distribución en planta de una empresa textil," Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 2004.
- [19] G. Hernández Flores, "Uso de medidas antropométricas para el diseño de estaciones de trabajo enfocado a operadoras de las industrias de la ZMG," in *Congreso de Manufactura Avanzada para alumnos de Posgrado CIATEQ*, May 2015. Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1020/161>
- [20] Y. Vidaurrázaga López, "Diseño de una estación de trabajo en función de las medidas antropométricas.," in *Memorias del VI Congreso Internacional de Ergonomía*, 2004, pp. 44–52. Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: [https://www.semec.org.mx/\\_src/pdf/congresos-semec/9d8216e4f820c5ef3ef16b72d5de0527e943397a.pdf](https://www.semec.org.mx/_src/pdf/congresos-semec/9d8216e4f820c5ef3ef16b72d5de0527e943397a.pdf)