

**DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA EMPRESA DE
TEXTILES ARBEN S.A.S MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN
SISTEMÁTICA LAYOUT Y SIMULACIÓN DISCRETA**



**CAROL MOSQUERA HURTADO
ESTEFANIA ROJAS FERNÁNDEZ**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN
2022**

**DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA EMPRESA DE
TEXTILES ARBEN S.A.S MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN
SISTEMÁTICA LAYOUT Y SIMULACIÓN DISCRETA**

**CAROL MOSQUERA HURTADO
ESTEFANIA ROJAS FERNANDEZ**

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

**Asesora:
YUDY XIMENA BOLAÑOS**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN
2022**

NOTA DE ACEPTACIÓN

La directora YUDY XIMENA BOLAÑOS y Evaluador(a) _____, han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

Directora

Evaluadora

Jurado

Popayán, Mayo de 2022.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios nuestro padre celestial quien fue el que nos guio en este camino maravilloso de la universidad, llenándonos siempre de bendiciones en cada paso que damos, también a nuestra familia que nos brindó el apoyo y amor en estos cinco años de dedicación y esfuerzo para poder cumplir nuestro sueño de ser un gran profesional.

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer de manera especial a la profesora Yudith Ximena Bolaños, por aceptarnos para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en la tesis y su capacidad para guiar nuestras ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de este trabajo, sino también en mi formación como profesional.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento al Sr. Anuar Rengifo Benites por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad y apoyo en el proceso de desarrollo de nuestro trabajo de grado.

Finalmente agradezco a los profesores y la corporación Universitaria Comfacauca por brindarnos una excelente formación como futuros profesionales.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	12
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.1 Pregunta de Investigación	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. OBJETIVOS.....	19
3.1 Objetivo General	19
3.2 Objetivos específicos	19
4. MARCO DE REFERENCIA	20
4.1 Marco teórico.....	20
4.1.1 Diseño en planta	20
4.1.2 Proceso de producción.....	21
4.1.3 Productividad	21
4.1.4 Systematic Layout Planning (SLP)	23
4.1.5 Herramienta de simulación discreta	25
4.2 Estado del arte	32
4.3 Marco legal.....	35
5. METODOLOGÍA.....	37
5.1 Enfoque de estudio	37
5.2 Tipo y diseño de estudio.....	37
5.3 Método de estudio.....	38
5.4 Técnicas y procedimiento de recolección de la información.....	38
6. RESULTADOS.....	43
6.1 Diagnóstico de la distribución en planta actual de la empresa de textiles Arben S.A.S., de la ciudad de Popayán.....	43
6.2 Propuesta de diseños de distribución en planta identificando oportunidades de mejora que optimicen el proceso productivo de la empresa mediante la metodología de Planificación Sistemática Layout – SLP	83
6.3 Evaluación de los diseños de distribución en planta propuestos mediante la herramienta de simulación discreta	108
CONCLUSIONES	133
RECOMENDACIONES	135

BIBLIOGRAFÍA..... 135
ANEXOS..... 141

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Actividades relacionadas en el desarrollo del proyecto	40
Tabla 2. Volumen de ventas ARBEN S.A.S 2018-2021	44
Tabla 3. Portafolio de producto	51
Tabla 4. Características de proceso del pantalón Combak parte trasera.....	56
Tabla 5. Características del pantalón Combak parte delantera	59
Tabla 6. Características del buzo táctico	62
Tabla 7. Escala de trabajo	77
Tabla 8. Calculo de tiempos suplementarios.	78
Tabla 9. USP total pantalón combak.....	79
Tabla 10. Resumen USP total pantalón combak	79
Tabla 11. USP total buzo táctico.....	80
Tabla 12. Resumen USP total buzo táctico	80
Tabla 13. Resumen capacidad de producción pantalón combak.....	81
Tabla 14. Resumen capacidad de producción buzo táctico	82
Tabla 15. Resumen capacidad de equipos	82
Tabla 16. Áreas de la empresa ARBEN S.A.S.....	85
Tabla 17. Códigos y color de cercanía metodología SLP	86
Tabla 18. Tiempos en segundos de operación del pantalón combak.	108
Tabla 19. Tiempos en segundos de operación del buzo táctico.	109
Tabla 20. Elementos utilizados en el software FlexSim.	110
Tabla 21. Evaluación relativa modelos máquina plana buzo táctico	112
Tabla 22. Características del modelo.....	114
Tabla 23. Parámetro de localización, escala, y forma distribución Johnson	114
Tabla 24. Recorrido total diseño de planta actual.....	117
Tabla 25. Recorrido total diseño de planta propuesta 1 del pantalón combak.....	119
Tabla 26. Recorrido total diseño de planta propuesta 2 del pantalón combak.....	121
Tabla 27. Recorrido total diseño de planta actual del buzo táctico	124
Tabla 28. Recorrido total diseño de planta propuesta 1 del buzo táctico	125
Tabla 29. Recorrido total diseño de planta propuesta 2 del buzo táctico	127
Tabla 30. Comparación de tiempos y distancias pantalón combak	129
Tabla 31. Comparación de tiempos y distancias buzo táctico	131

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Estadísticas de las quejas y reclamos ARBEN, 2019-2020.....	14
Figura 2. Systematic Layout Planning methodology	24
Figura 3. Actividades a realizar	42
Figura 4. Unidades vendidas en el año 2021	45
Figura 6. Organigrama ARBEN S.A.S	46
Figura 7. Mapa del sitio ARBEN S.A.S	48
Figura 8. Distribución primer piso ARBEN S.A.S	49
Figura 9. Distribución segundo piso ARBEN S.A.S	50
Figura 10. Distribución tercer piso ARBEN S.A.S	51
Figura 11. Cursograma sinóptico pantalón combak parte trasera.....	58
Figura 12. Cursograma sinóptico pantalón combak parte delantera.....	61
Figura 13. Cursograma sinóptico buzo táctico	64
Figura 14. Cursograma analítico actual del pantalón combak	65
Figura 15. Cursograma analítico actual del buzo táctico	68
Figura 16. Conformidad con el entorno de trabajo.....	71
Figura 17. Cuenta con los equipos y herramientas necesarias	71
Figura 18. Equipos y herramientas adecuadas.....	72
Figura 19. Tiempo de descanso.....	72
Figura 20. Tiempo de que demora en empezar labores	73
Figura 21. Distribución correcta del área de trabajo	73
Figura 22. Distribución del área de trabajo y eficiencia de la labor.....	74
Figura 23. Puesto de trabajo y desarrollo de habilidades	74
Figura 24. División de las áreas de trabajo adecuada	75
Figura 25. Actividades congruentes al puesto de trabajo	75
Figura 26. Mejoramiento de la distribución de planta.....	76
Figure 27. Opinión sobre la distribución en planta	76
Figura 28. Diagrama de hilo actual mano de obra y materia prima.....	84
Figura 29. Diagrama SLP pantalón combak y buzo táctico	87
Figura 30. Pantalla de planteamiento	88
Figura 31. Numero de departamentos	89
Figura 32. Tabla de relación entre áreas	89
Figura 33. Resultados de la ordenación por áreas	90
Figura 34. Layout adecuado ARBEN S.A.S	91

Figure 35.Diagrama de hilo propuesta 1 distribución en planta	92
Figura 36.Cursograma analítico propuesta 1 del pantalón combak	94
Figura 37.Cursograma analítico propuesta 1 del buzo táctico	98
Figura 38.Diagrama de hilo distribución en planta propuesta 2	100
Figura 39.Cursograma analítico propuesta 2 del pantalón Combak	102
Figura 40.Cursograma analítico propuesta 2 del buzo táctico	106
Figura 41.Ingreso de entradas y salidas del plano actual, FlexSim	115
Figura 42.Diseño de planta actual del pantalón combak	116
Figura 43.Resultados de la simulación actual pantalón combak.....	117
Figura 44.Diseño de planta propuesta 1 del pantalón combak	119
Figura 45.Resultados de la simulación propuesta 1 pantalón Combak	120
Figura 46.Diseño de planta propuesta 2 del pantalón combak	121
Figura 47.Resultados de la simulación propuesta 2 pantalón.....	122
Figura 48.Diseño de planta actual del buzo táctico.....	123
Figura 49. Resultados de la simulación actual buzo	124
Figura 50.Diseño de planta propuesta 1 del buzo táctico	125
Figura 51.Resultados de la simulación propuesta 1 buzo.....	126
Figura 52.Diseño de planta propuesta 2 del buzo táctico	127
Figura 53.Resultados de la simulación propuesta 2 buzo.....	128
Figura 54.Distancias recorridas en metros para pantalón combak	130
Figura 55.Distancias recorrida en metros buzo táctico	131

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación I. Productividad	22
Ecuación II. Estimación muestra.....	70
Ecuación III. Distribución Johnson SB	113

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Inventario de máquinas y equipos utilizados en ARBEN S.A.S.	141
Anexo 2. Cálculo de la USP del pantalón combak militar	155
Anexo 3. Cálculo de la USP del buzo táctico	167
Anexo 4. Encuesta	174
Anexo 5. Carta de aceptación del proyecto por parte de la empresa.....	176

RESUMEN

El presente estudio tiene como propósito diseñar la distribución en planta para la empresa de textiles ARBEN S.A.S mediante la metodología de Planificación Sistemática Layout y simulación discreta, para optimizar su proceso productivo. Se realizó un estudio mixto transversal de tipo descriptivo-comparativo. La investigación recolectó datos durante el primer semestre del 2021, poniendo en manifiesto cómo se encuentra la distribución en planta actual, para posteriormente analizar la información, proponer diseños alternativos y evaluarlos mediante simulación. Se empleó la metodología SLP (Systematic Layout Planning), que analiza los diversos procesos de producción, productos, maquinaria, equipos y recurso humano que intervienen en el área de producción, para que posteriormente los diseños en planta propuestos sean evaluados mediante el software FlexSim, un simulador de eventos discretos a través del cual se puede modelar, analizar, visualizar y optimizar el proceso productivo. Los resultados evidenciaron dos diseños de distribución en planta más eficaces y eficientes para la empresa ARBEN que optimizan su proceso productivo reduciendo los trayectos de recorrido en más de la mitad, logrando la proximidad de las áreas centrales del proceso productivo. Se concluye que las propuestas de distribución en planta diseñadas permiten que la empresa alcance un flujo óptimo del proceso productivo en los espacios de la empresa y la evaluación de variables como el tiempo y la distancia recorrida mediante la simulación, que muestra el comportamiento del modelo en tiempo real, favoreciendo la toma de decisiones y la mejora continua de los procesos de producción.

Palabras clave - Systematic Layout Planning (SLP), distribución de planta, Simulación discreta.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Según la Organización Internacional del trabajo (OIT) para el año 2021 el sector textil se ha convertido en un mercado competitivo a nivel mundial, que produce más de 400 mil millones de dólares y ofrece empleabilidad a más de 20 millones de individuos globalmente. Se considera que la fabricación de textiles asciende a más de 60 mil millones de kilos de materia, una cifra representativa que se genera por la gran demanda de este producto entre los clientes [1]. En este sentido, también el área de Desarrollo Industrial de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en su informe de 2020 estima que esta industria crece en promedio un 2,1% en los textiles y un 3,9% en prendas de vestir y pieles, estableciéndose cuatro países como los principales enclaves de la producción mundial: China, India, Brasil e Indonesia[2].

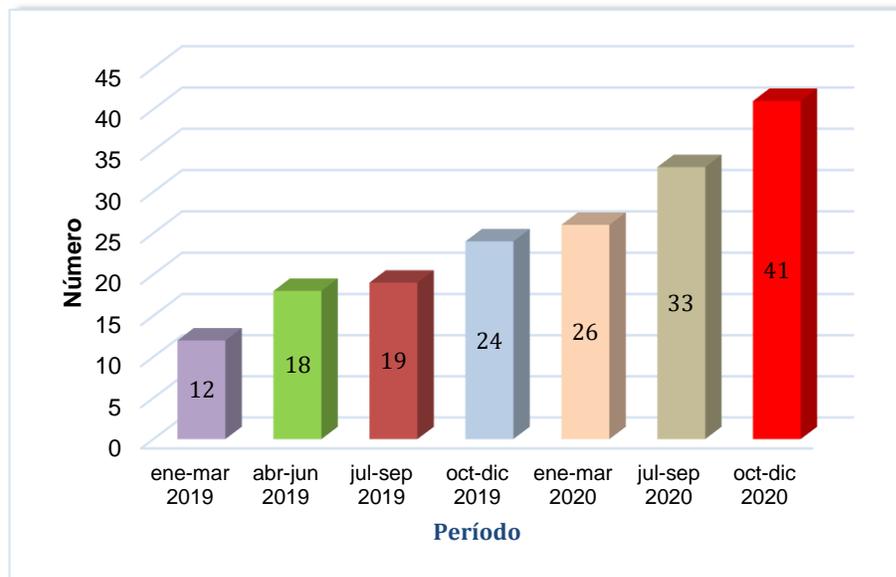
El panorama colombiano es congruente con este escenario mundial. De acuerdo con Espinel, Aparicio y Mora[3], el país es el tercer productor de textiles en Latinoamérica, por debajo de México; este sector representa en promedio diez puntos porcentuales de la industria Colombia y sus exportaciones por año se encuentra alrededor del 5% de todas las operaciones del país, considerándose Medellín la meca de la producción nacional tanto textil como de transformación en vestuario.

En el contexto local, la industria textil se encuentra en paulatino crecimiento, gracias a la consolidación del Centro Textil Industrial y a empresas como ARBEN S.A.S, que han propiciado la generación de más de 150 empleos directos e indirectos en la ciudad, con ingresos que superan los 600 millones de pesos anuales[4].

De manera particular, la empresa ARBEN S.A.S se dedica al comercio al por menor de productos textiles, entre ellos, la dotación de uniformes, bolsos, accesorios para las fuerzas armadas y otras entidades. La organización destina más del 90% de su producción al mercado local y el 10% restante al nacional, consolidando planes en el corto y mediano plazo de ganar mayor participación en este mercado y expandirse internacionalmente [5].

Sin embargo, los encargados de la gestión organizacional reconocen que la empresa cuenta con sustanciales deficiencias en su proceso productivo, en principio, generados por el crecimiento en las ventas de los últimos años (2018-2020), que favorecieron la inversión en equipos, maquinarias e insumos para la producción, cuya disposición conserva la misma distribución de los espacios definidos desde la fundación. Lo anterior, sumado a la contratación de mano de obra para ocupar los nuevos puestos de trabajo han ocasionado congestión, cuellos de botella, espacios de trabajo sobrecargados, acumulación excesiva de materia en proceso, dificultad en el control de las operaciones, exceso de mantención de material, entre otras situaciones que problematizan las operaciones productivas de la comercializadora y ocasionan, por ejemplo, incumplimientos en la entrega de pedidos, reflejados en un incremento en las quejas y reclamos de los clientes, como se puede observar en la figura 1.

Figura 1. Estadísticas de las quejas y reclamos ARBEN, 2019-2020



Fuente: Autores con información de ARBEN S.A.S

La figura muestra un continuo ascenso en el volumen de quejas de los usuarios durante el periodo 2019 y 2020, siendo el periodo octubre a diciembre de 2020 el más notorio con casi 41 quejas, que casi duplican el número de inconformidades del mismo periodo en el año 2019 (N=24). De acuerdo al área comercial de la empresa, más del 70% de las reclamaciones se derivan del incumplimiento de

entrega del producto final, ocasionando que algunos de los contratos de dotación de uniformes sean cancelados.

En consecuencia, la empresa ha procurado tomar medidas transitorias para solventar dicha situación, principalmente, buscando distribuir el espacio disponible de forma no planificada, sin embargo, se continúan enfrentando a: barreras durante el flujo de materiales, cuellos de botellas, áreas ocupadas innecesariamente con materiales, crecimiento de inventarios, distancias prolongadas a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores, aumento del tiempo de fabricación, extensos plazos de entrega y reducción de la productividad (según la empresa en un 19% para el año 2020).

Considerando todo lo anterior, el presente estudio espera responder:

1.1 Pregunta de Investigación

¿Qué diseño de distribución en planta le permitiría a la empresa de textiles ARBEN S.A.S optimizar su proceso productivo?

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente las organizaciones deben disponerse a sobrevivir en los mercados donde se desenvuelven de manera eficiente y eficaz, razón por la cual resulta sustancial permanecer en continuo proceso de adaptación y desarrollo en conformidad a los requerimientos que el contexto exige, teniendo en cuenta que este entorno con el transcurrir del tiempo se vuelve más demandante debido al surgimiento de mejores procesos productivos, los constantes avances tecnológicos, mayores niveles de calidad que instan los clientes, las cambiantes políticas estatales, entre otros factores[6].

De este modo, una de las decisiones estratégicas a nivel operativo para establecer la eficiencia y sostenibilidad en el largo plazo de una empresa está orientada a la distribución en planta o *layout*, pues esta consigue construir un sistema de producción apto para alcanzar los objetivos misionales de la organización de una manera eficaz y haciendo un uso eficiente de los recursos, convirtiéndose en una verdadera ventaja competitiva[7].

A propósito, múltiples autores recalcan el importante impacto que tiene la distribución de planta en la eficiencia de la producción y en el nivel de producción de los sistemas, en especial, en empresas de manufactura, permitiéndoles alcanzar los objetivos productivos de la forma más adecuada y eficiente posible[8], [9]. No obstante, a pesar de su señalada relevancia, la literatura especializada en el tema, como la investigación de Pérez Gosende en 2016, afirma que en la mayoría de organizaciones es una decisión con poca trascendencia, considerando que cuando se presenta un aumento de la capacidad de producción, o hay un cambio parcial o total en los equipos, máquinas y tecnologías, se renuevan o crean nuevos productos y/o servicios, o incorporan procesos nuevos, no siempre se esfuerzan por ajustar las disposiciones espaciales para que estas sean suficientemente flexibles a los cambios, perdiendo paulatinamente la bondad en la planta y trayendo consigo problemas simultáneos, como congestión en los proceso o actividades, barreras o inadecuado uso de los espacios, aprovisionamiento enorme de materiales durante el proceso, puestos de trabajo innecesarios o con un exceso de carga, fatiga y cansancio en los trabajadores. [10].

Estas situaciones tienen un efecto directo en la producción, aumentando los tiempos de fabricación unitarios, por ejemplo, y disminuyendo los niveles de productividad

del trabajo, que en el mediano y largo plazo conllevan a gastos y pérdidas acumulativas poniendo en riesgo la supervivencia de las empresas. En este punto se vislumbra la relevancia de diseñar la distribución en planta para la empresa de textiles ARBEN S.A.S, que comprende el alcance de una óptima distribución espacial para mantener un adecuado nivel de competitividad de la organización.

Por lo anterior, diseñar la distribución en planta para la empresa de textiles ARBEN S.A.S resulta importante porque puede mejorar de manera sustancial la disposición de los elementos del proceso de producción: máquinas, recursos humanos y materiales, creando valor al proceso productivo para que este pueda cumplir no sólo con el propósito institucional de responder a las necesidades de la empresa, sino también contribuir con un diseño que sea flexible y pueda ser fácilmente adaptado a cambios que se generen a futuro. Además, mejorar la distribución en planta proporciona en el trabajador condiciones laborales favorables, seguros y confortables, lo cual tiene una influencia positiva en la productividad y ambiente laboral de la empresa. Sumado a ello, una mejor distribución en planta, puede generar un mayor aprovechamiento de los recursos optimizando costos.

En este sentido, el estudio es trascendental porque le ofrecerá a ARBEN S.A.S una metodología planificada que le permita una distribución en planta objetiva para lograr una eficaz y eficiente organización del proceso productivo y de los elementos que intervienen en el mismo, permitiéndole optimizar los espacios, el manejo de materiales, el almacenaje, los tiempos de producción, recorrido de los operarios, reducción de sobrecostos, entre otros, que le permitan cumplir con su objeto social y a la vez lograr un mejor posicionamiento en el mercado.

Por otro lado, el estudio es novedoso dada la escasez de investigaciones publicadas en el contexto local que planteen diseños de distribución en planta de empresas del sector textil, a pesar de su creciente importancia social y económica en los últimos años. En este sentido, desde 2018, se han divulgado en los repositorios de las instituciones de educación superior de Popayán trabajos de grado enfocados al diseño de distribución en planta destinado a empresas de muebles de metal, madera y acero inoxidable [11], alimentos cárnicos S.A.S [12] [13], bebidas alcohólicas[14], y ninguna orientada al sector textil.

De esta manera, se espera aportar en algo al conocimiento sobre la temática y proporcionar información actual en la aplicación de las metodologías de

Planificación Sistemática Layout y simulación discreta para que sea aplicada en otras empresas del departamento del Cauca que presentan, como ARBEN S.A.S, diversos problemas en sus procesos de producción generadores de sobrecostos, movimientos innecesarios, prolongados tiempos de entrega, accidentes y pérdidas de materia prima, entre otros, que causan graves consecuencias en la productividad, y a los cuales en ocasiones se les da solución con distribuciones en planta improvisadas que no consideran modelos y técnicas ampliamente aceptadas y respaldadas.

Además, diversos estudios han puesto en evidencia la utilidad de la distribución de planta como indicador de mejora organizacional, entre ellos, el estudio de Orozco et al, donde se originó con el diseño de planta un aprovechamiento promedio de la capacidad neta disminuyendo así este indicador en un 58.53% respecto a la situación existente, logrando disminuir el sobreaprovechamiento actual de 285% que conlleva al incremento de costos por concepto de renta de almacenes[15]. Similarmente, en el estudio de Mau y Merino lograron con el diseño de la planta propuesta, cerrar la brecha existente entre la capacidad de producción presente y la demanda, pues con los nuevos cambios se lograría fabricar más bolsas por año (80432 unidades), valor que es mayor en gran medida a la demanda actual en un 53.5%, y que además superaría en 24.9% a la demanda de los próximos tres años[16].

Finalmente, la investigación representa una oportunidad para aplicar conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante el proceso de formación en Ingeniería Industrial, mostrando uno de los roles que como profesionales pueden llevar a cabo con suficiente capacidad y competencia, en este caso, diseñar la distribución en planta con el fin de optimizar el proceso productivo y consecuente competitividad empresarial.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Diseñar la distribución en planta para la empresa de textiles ARBEN S.A.S mediante la metodología de Planificación Sistemática Layout y simulación discreta.

3.2 Objetivos específicos

Diagnosticar la distribución en planta actual de la empresa de textiles ARBEN S.A.S., de la ciudad de Popayán, mediante diagrama de operaciones y estudio de tiempos.

Proponer diseños de distribución en planta identificando oportunidades de mejora que optimicen el proceso productivo de la empresa mediante la metodología de Planificación Sistemática Layout - SLP.

Evaluar los diseños de distribución en planta propuestos mediante la herramienta de simulación discreta.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 Marco teórico

En el siguiente apartado se describen los conceptos claves para proporcionar claridad a la temática de investigación.

4.1.1 Diseño en planta

El diseño en planta es la disposición sistemática de las instalaciones físicas de una empresa para mejorar el uso eficiente de las máquinas, el material, el equipo y los trabajadores[17]. También se puede definir como el plan o acto de planificar una disposición de instalaciones ideal, que incluye equipos, espacio de almacenamiento, trabajadores, máquinas, flujo de inventario y otros servicios que mejoran la producción, junto con el diseño de una estructura eficiente para las instalaciones[7].

Según Okpala[18], el diseño de la planta es “un plan de una disposición óptima de las instalaciones, incluido el personal, el equipo operativo, el espacio de almacenamiento, el manejo de materiales, el equipo y todos los demás servicios de apoyo junto con el diseño de la mejor estructura para contener todas las instalaciones”. El autor explica que implica la asignación adecuada de espacio, así como la disposición de los equipos para garantizar que se minimicen los costos operativos generales.

En su trabajo Herrera [19] argumentó que el diseño de la planta hace referencia a la disposición física de las áreas o departamentos dentro de la infraestructura empresarial, además de todos aquellos elementos que están inherentes a ello, es un aspecto trascendental en el diseño industrial si se considera que el layout establece de manera perenne su funcionamiento.

Nyemba, Mbohwa y Nyemba[20], observaron que "la eficiencia de producción de una unidad de producción depende de la organización en planta de las máquinas,

rutas de flujo, instalaciones de almacenamiento y servicios para los empleados". Indicaron que un diseño de planta trazado sistemáticamente garantizará un movimiento suave y rápido del material desde la etapa de materia prima hasta la etapa de producto final.

4.1.2 Proceso de producción

De acuerdo con Mayorga et al.,[21] el proceso de producción "es un conjunto de actividades mediante las cuales uno o varios factores productivos se transforman en productos". Para los autores, la producción es un proceso donde los empresarios combinan recursos económicos o insumos (compuestos de recursos naturales como la tierra, la mano de obra y el equipo de capital) para crear bienes y servicios económicos (también denominados productos o servicios). En este, las entradas son el comienzo del proceso de producción y la salida es el final del mismo.

Fernández, Fernández y Avella[22] argumentan que "todos los procesos se componen de tareas, flujos y almacenamiento. Dentro de las tareas, se tienen las esenciales, auxiliares, de apoyo, superfluas; en los flujos de producción existen el estático, funcional, secuencial". Para estos autores, basado en las tareas los procesos de producción establecen una tipología que debe utilizar la empresa dependiendo del tipo de producto que se fabrica, la demanda del producto y el suministro de materias primas. Teniendo en cuenta estos factores, se muestran los siguientes tipos de producción: por proyectos, artesanal, en masa, continua, por lotes, justo a tiempo.

4.1.3 Productividad

Fontalvo et al., menciona que la productividad es conocida como la relación existente entre el volumen total de producción y los recursos utilizados para alcanzar dicho nivel de producción, es decir la razón entre las salidas y las entradas. Los autores entienden esta como la manera como se utilizan los factores de producción durante la elaboración de productos y servicios para satisfacer las necesidades de la sociedad y agrega que es un elemento estratégico en las organizaciones ya que los productos y los servicios no pueden ser competitivos si no se elaboran con altos estándares de productividad. Por lo general cuando se habla de productividad se

refiere a algún proceso en el cual intervienen elementos y actividades para obtener un resultado, cuando hay mejoras, estas se traducen en el hecho que, con menos recursos o con los mismos, se pueden obtener los mismos o mayores resultados respectivamente (productos y servicios) [23].

Este enfoque integral tiene su fundamento en la estrategia mínima, la cual consiste en el desarrollo de una fase de concienciación a nivel organizacional, a través de los métodos de gestión Kaizen y las 5 S que promueven un cambio en la cultura organizacional, que implica desempeñarse de la mejor manera y generar valor en los procesos empresariales.

De esta forma, la productividad es una medida de la eficiencia del proceso de producción de una empresa, se calcula midiendo el número de unidades producidas en relación con las horas de trabajo de los empleados o midiendo las ventas netas de una empresa en relación con las horas de trabajo de los empleados [24], como se muestra en la siguiente ecuación.

I Productividad

$$\frac{\text{No.de unidades producidas}}{\text{No.total de horas de trabajo empleados}} \text{ o } \frac{\text{Ventas netas}}{\text{No.total de horas de trabajo empleados}} \quad (\text{Ec 1.})$$

En la ecuación 1 se muestran las fórmulas para el cálculo de la productividad. Las variables de cada una de las fórmulas consideran las diferentes unidades físicas de producción o las ventas netas totales y las divide por el número de horas que trabajo de los empleados.

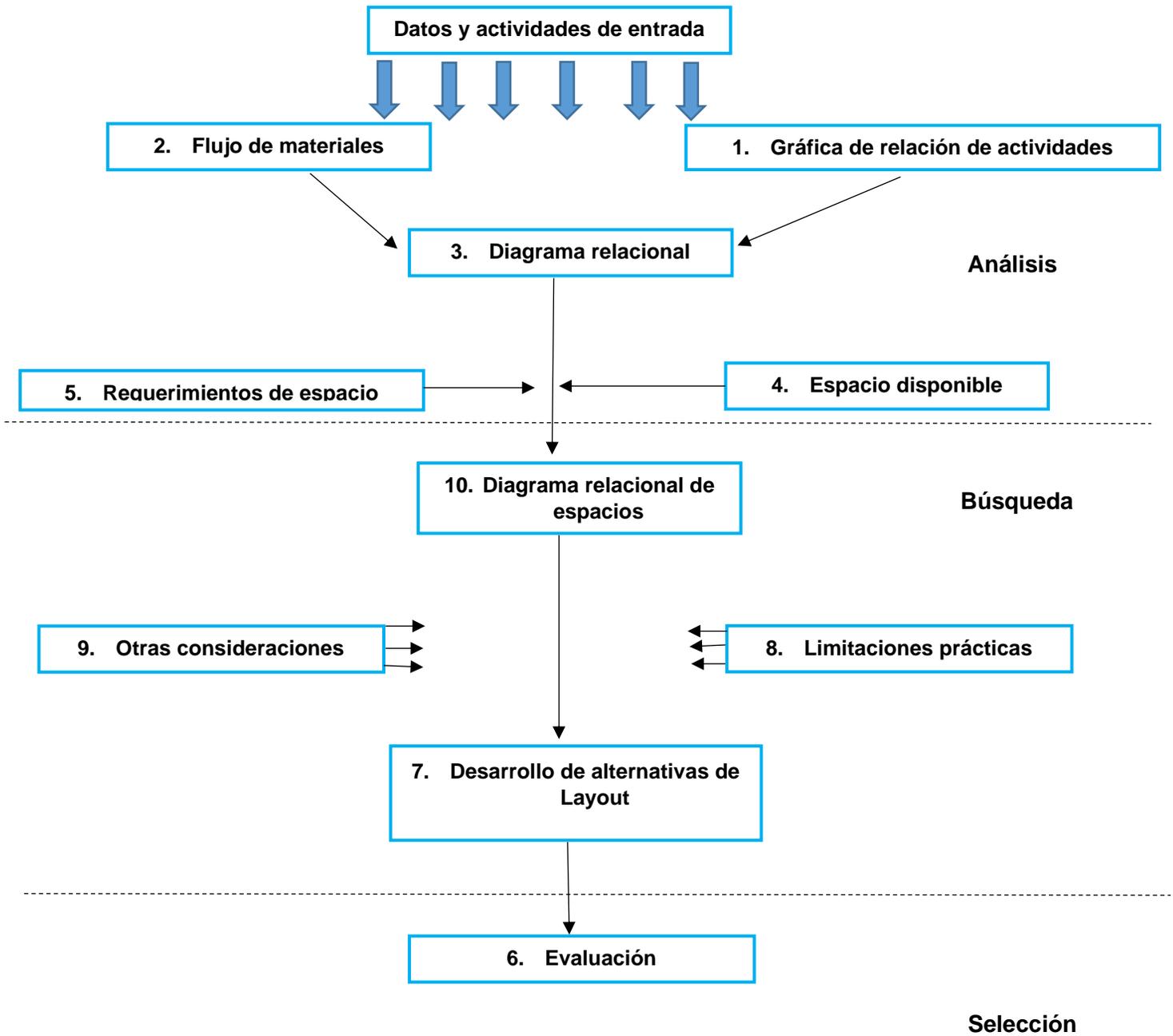
4.1.4 Systematic Layout Planning (SLP)

Systematic Layout Planning (SLP) desarrollado por Richard Muther entre 1961 y 1973 [25]. El SLP se basa en cinco piezas importantes de información:

- Material (lo que se está produciendo)
- Cantidad (volumen de transacciones)
- Proceso (secuencia de transformación)
- Servicios requeridos (personal o apoyo al proveedor)
- Tiempo (cuándo se necesita la salida).

El proceso de solución de diseño sigue un macroproceso de cuatro etapas: ubicación del área a diseñar, diseño general del área, planos de diseño detallados (para todas las oficinas y equipos en este caso) e instalación. Inicialmente, este aplicó un procedimiento de seis pasos para el rediseño de oficinas y equipos en Driver Construction, siguiendo el consejo de Muther y Hales en 1977 y Mohr y Willett en 1999, se diseñó un plan de acción para el uso de esta metodología que ha persistido hoy en día[25], como se muestra en la Figura 2.

Figura 2.Systematic Layout Planning methodology



Fuente: Javita Cárdena, Noemí Carolina.2012, p. 23. [25]

En la investigación de Javita Cárdena, Noemí Carolina [25], se hace un resumen de las fases de esta metodología, como se muestra a continuación.

El primer paso es la recopilación de datos de la empresa, el flujo del proceso y las actividades relacionadas con él. Para obtener el flujo, generalmente se calcula la distancia recorrida por los materiales en el diseño, y dicha información se agrega posteriormente al “Cuadro Desde-hasta”. En cuanto a la obtención de los datos de las actividades relacionadas, es una descripción, desde aquellas actividades que necesitan estar físicamente cerca unas de otras hasta aquellas que son irrelevantes o incluso indeseables. La recopilación de esta información da como resultado el “Mapa de relaciones”, que como su nombre lo indica, relaciona las áreas entre sí y las razones de sus correspondientes proximidades. Se utiliza una escala de grados de importancia para estas interrelaciones. También es necesario evaluar el espacio requerido para los departamentos y el área disponible en la instalación para que las relaciones de proximidad puedan ser de utilidad significativa [25].

El segundo paso comprende el diseño de diferentes alternativas de diseño. Por tanto, se establece un “Diagrama de Relación”, ordenando los distintos sectores según la proximidad requerida. Con base en este diagrama, es posible iniciar la construcción de las opciones de los “Diagramas de bloques”, que considera las diversas limitaciones del proyecto [25].

Finalmente, se realiza la selección de la mejor alternativa de diseño, comparando las diversas características de los arreglos. Se pueden seleccionar varios criterios para comparar el rendimiento de los diseños. Cabe señalar la importancia de involucrar a los empleados de la empresa en la elección de los criterios, ya que se verán afectados directamente por los nuevos diseños y se beneficiarán de las mejoras del proyecto [25].

4.1.5 Herramienta de simulación discreta

En general, los modelos de simulación son imitaciones digitales de un sistema empresarial. La simulación es una alternativa para conocer de forma acertada los puntos críticos que pueden tener los procesos de producción de una empresa y con estos modelar soluciones que incrementen la eficiencia y que reduzcan los tiempos en las diferentes actividades realizadas durante la producción de un artículo o la

prestación de un servicio[26]. El propósito de un modelo de simulación es ayudar a obtener una comprensión más profunda del sistema empresarial y trabajar para mejorarlo de manera integral. Idealmente, una vez que se haya construido el modelo de simulación, podrá experimentar con diferentes variables para optimizar mejor su sistema. También puede utilizar el modelo de simulación para probar cómo responde su sistema empresarial a las condiciones cambiantes [27].

Existen dos tipos de simulación, la continua en la cual las variables cambian de manera permanente a lo largo del tiempo, y la discreta que hace referencia a aquellas características que presentan de cierta forma variaciones en puntos discretos con respecto al tiempo, y que permiten abordar problemáticas complejas de situaciones estocásticas con el apoyo de herramientas de software y desarrollo de modelos que a bajo costo faciliten determinar variados comportamientos en un sistema; y de esta forma contribuir de manera conceptual a la toma de decisiones de un caso en particular[28].

De acuerdo con Unrau, FlexSim modela procesos discretos impulsados por eventos y algunos procesos fluidos continuos. El paquete proporciona una paleta de objetos de eventos discretos, como fuentes, receptores, colas y procesadores. Proporciona una funcionalidad de combinación y separación orientada a paletizar o empaquetar objetos en un proceso de fabricación. También se proporcionan objetos especializados específicos del dominio, como robots, transportadores, ascensores y transportadores. [29]

FlexSim utiliza el paradigma de simulación de eventos discretos. Las simulaciones de eventos discretos están representadas por una serie de eventos cronológicos, que provocan los cambios correspondientes en el estado de los objetos en el sistema. Estos eventos ocurren en tiempo real (en la simulación) durante una ejecución de simulación. Luego, se puede medir estos eventos y estados para recopilar métricas útiles (estadísticas y otros datos) sobre el sistema que está simulando. Se puede utilizar esta información para medir la eficacia de posibles cambios en el sistema empresarial, como el diseño en planta [30].

Sobre este aspecto, Paz et al.,[12] argumentan que la simulación de los escenarios permite representar un sistema real, haciendo una evaluación de las variables que cumplen con el desempeño esperado por la compañía, esto se convierte en un aspecto sustancial para la toma de decisiones en relación a la distribución en planta,

porque refleja el valor de variables como la frecuencia en la realización de las tareas y sus distancias. También informan que con la simulación discreta FlexSim se muestra “un comportamiento del modelo en tiempo real”, favoreciendo el mejoramiento continuo de los procesos productivos, además que sus resultados gráficos son atractivos para su presentación a las personas encargadas de la gestión institucional, ofreciendo un mejor panorama que permite una mejor valoración y presentación de los procesos.

4.1.5.1 Simulación por eventos discretos (DES)

La simulación por eventos discretos es una herramienta para simular el comportamiento y desempeño de procesos del mundo real. La mayoría de los procesos de una organización se pueden describir con una serie de eventos separados y discretos, que ocurren a lo largo de cierto tiempo, y que alteran el estado de un sistema.[31]

Por ejemplo, un camión que llega a un centro de distribución, va a la zona de descarga, realiza la descarga, y luego abandona las instalaciones. O un paciente con cierta patología llega a una unidad de atención médica, es derivado al especialista correspondiente, es atendido y finalmente se retira. [31]

Las entidades (camiones, pacientes, productos, u otros) poseen ciertos atributos (nivel de carga, tipo de atención a realizarse, clasificación y demás información relevante), que junto a la lógica del sistema determinará el camino, tiempo y recursos involucrados en cada caso. [31]

Las herramientas de simulación por eventos discretos permitirán organizar estos resultados para poder extraer conclusiones de utilidad para luego tomar acciones en el sistema real. Aplicaciones tipo simulación por eventos discretos son proyectos de logística, atención de salud, operaciones de manufactura y manipulación de materiales, entre otros. [31]

4.1.5.2 Herramientas de simulación discreta

Existen en el mercado numerosas herramientas de simulación por eventos discretos, siendo DesmoJ, ProModel y Simul8, 3 de las más difundidas:[32]

DesmoJ

- DesmoJ es una biblioteca open Source para simulación a eventos discretos.
- Es desarrollada por la Universidad de Hamburgo y está implementada en Java.
- Soporta el enfoque de interacción de procesos y eventos discretos en 2 fases.
- Brinda varias facilidades para el desarrollo de SED.

ProModel

- Paquete de simulación a eventos discretos, orientado a sistemas de manufactura.
- Provee la gran mayoría de las facilidades para la construcción de modelos de SED, y para la experimentación con los mismos.
- Ejemplo: hospital simple.

4.1.5.3 Ventajas de la simulación por eventos discretos (DES)

Entre las ventajas de la simulación por eventos discretos se encuentra:[31]

- La simulación permite disponer de un laboratorio de bajo costo para experimentar y entender los sistemas, siendo una herramienta de conocimiento que excede la solución de problemas puntuales.
- Posibilidad de realizar análisis “Qué pasaría si...” a un menor costo que el de realizar los cambios en los procesos reales.
- Permite experimentar sin restricciones de tiempo ni distancias. Así se puede analizar procesos que se den o muy poco frecuentemente o en extensiones de tiempo arbitrariamente largas, en tiempos de procesamiento instantáneos o de duración acotada.
- Poder simular situación de riesgo, inviables o no éticas.
- Se vuelve posible experimentar con situaciones límite del sistema, las cuales a menudo revelan propiedades de la naturaleza del sistema que no se evidencian con cambios incrementales.
- Evaluar y comparar situaciones irreversibles o con un costo de reversión alto. Por ejemplo, el definir cierta estructura productiva o de servicio, con inversiones significativas asociadas.
- Adecuada cuando se dispone de información en la cantidad y calidad

requeridos: recuerde que “basura entra basura sale”, por lo que la calidad de los resultados y conclusiones de nuestros modelos podrán ser solo tan buenos como la información que alimentemos a los mismos.

4.1.5.4 Diferentes entre los tipos de simulación

La simulación se volvió parte de muchas industrias debido a su capacidad de proveer informaciones sobre operaciones y procesos complejos. La simulación de eventos discretos, basada en agentes y continua serán definidas y las diferencias entre todas las opciones serán destacadas para ayudar a las empresas a tomar decisiones fáciles al escoger un software de simulación.[33]

Definición de Simulación de eventos discretos, continua y basada en agentes:

- La simulación de eventos discretos (DES) modela la operación de un sistema como una secuencia de eventos discretos que ocurren en diferentes intervalos de tiempo. Los eventos discretos ocurren en puntos específicos en el tiempo, marcando así las mudanzas continuas de estado dentro del sistema modelado.
- La simulación continua (CS) modela las operaciones de un sistema para rastrear continuamente las respuestas del sistema durante la simulación. Eso significa que los resultados son producidos en todos los puntos durante la simulación y no en intervalos. Las simulaciones continuas también producen datos en casos en que ninguna mudanza continua ocurra.
- Los modelos basados en agentes (ABM) simulan las acciones e interacciones de agentes individuales en un sistema. Los agentes pueden ser una única pieza de equipamiento o un grupo de activos trabajando para un objetivo semejante. Simulación ABM son ejecutadas para determinas los efectos de estos agentes en las funciones de todo el sistema del cual un agente hace parte.

Con esta explicación, es fácil notar que la técnica de eventos discretos modela fenómenos físicos o la realidad de forma excelente, pues es capaz de rastrear los eventos que ocurren. Las opciones basadas en agente y continuar son excelentes para determinar el padrón de comportamiento de un sistema. En muchos casos, una combinación de diferentes técnicas de simulación provee resultados más

arredondeados, especialmente al modelar procesos complejos con diversas variables y eventos. [33]

Las diferencias de los recursos entre los softwares de simulación

Qué simulan. Comenzando con el DES, conforme comentado anteriormente, los recursos de software DES son usados para simular eventos, necesidades y requisitos discretos. Las simulaciones continuas son generalmente aplicadas a procesos continuos en flujos, en cuantos el ABM es aplicado a agentes y sistemas autónomos. [33]

Etapas de tiempo. Para el software DES, o intervalo de tiempo muda de acuerdo a la ocurrencia de eventos individuales. Para software de simulación continua, los intervalos de tiempo permanecen básicamente inalterados. Y en softwares de simulación ABM, las etapas de tiempo mudan de acuerdo con las mudanzas en las interacciones del agente autónomo. [33]

FILA. El software DES aplica diversas técnicas o sistemas para administrar filas. Eso incluye el uso de una Esto incluye el uso de un enfoque de “primero en entrar, primero en salir” (FIFO) o el enfoque de “último en entrar, primero en salir” (LIFO) para administrar las colas. El software de simulación continua usa apenas el sistema de FIFO para administrar filas. Ya para el ABM, el administrados de filas es un poco diferente, pues presenta un sistema sobre a perspectiva del agente. Per un sistema FIFO o LIFO puede ser usado para administrar fialas en simulaciones ABM. [33]

Diferencias en la aplicación de cada modelo de simulación

- Software de simulación de eventos discretos

La naturaleza discreta de esta técnica se vuelve una excelente decisión para simulaciones industriales donde ocurren eventos. Eso incluye la industria de manufactura, empresas de producción farmacéutica, fabricas e industrias con sistemas logísticos funcionales. [33]

Aquí, la capacidad de simular la llegada y salida de entidades o problemas de filas proveen un nivel de percepción de las operaciones industriales de una forma que otros métodos no pueden. Otras ventajas del aplicativo DES incluyen su uso como herramienta de entrenamiento y validación en la industria 4.0. Además de su

capacidad para impulsar las iniciativas de transformación digital de las empresas. [33]

- Software de simulación continua

Las simulaciones continuas se utilizan generalmente en campos de ingeniería avanzada, donde se diseñan motores de simulación. Esto incluye la industria de la aviación para diseñar simuladores de vuelo y programas de piloto automático. También se utiliza en el diseño de motores de juegos para videojuegos, como la Nintendo Wii. Las simulaciones continuas también se utilizan para mejorar los sistemas de inteligencia artificial debido a sus capacidades analíticas teóricas. [33]

- Software de simulación basado en agentes

Los tres conceptos que definen la aplicación de ABM son su flexibilidad, su capacidad para capturar fenómenos emergentes y su capacidad para definir sistemas. Con estas habilidades vienen ciertas ventajas, como la capacidad de integrar simulaciones ABM en entornos DES o de simulación continua. [33]

Su capacidad para simular interacciones entre agentes autónomos también lo convierte en una excelente herramienta para comprender el comportamiento del taller. Por ejemplo, se puede utilizar para analizar la causa del tráfico en el taller en una instalación donde interactúan humanos y máquinas autónomas. Aquí, su enfoque individualista de la simulación proporciona diferentes perspectivas para los agentes activos, explicando la causa de los fenómenos, como la congestión inesperada dentro de un sistema. [33]

El software ABM se utiliza activamente para monitorear los procesos de flujo, como el tráfico y la gestión del flujo de clientes en tiendas físicas, parques y centros recreativos. Un ejemplo es su uso en una tienda Macy's. En este ejemplo, se utilizó ABM para estimar la distribución de los vendedores en sus instalaciones y cómo interactúan con los clientes para mejorar sus operaciones. [33]

En resumen, aunque las simulaciones DES, CS y ABM aplican diferentes enfoques a la simulación, los resultados que producen optimizan los esfuerzos humanos e industriales de diferentes maneras. Estas formas incluyen planificación e implementación, mejora de la relación con el cliente, capacitación del equipo, desarrollo de estrategias y diseño. [33]

4.2 Estado del arte

En la siguiente información se presenta una revisión de artículos de proyectos e investigaciones más representativas relacionadas con diseño, optimización, simulación y distribución en planta desde el año 2010 hasta el 2020, se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda, a partir de descriptores y operadores booleanos [34] (“Distribución OR orden OR división OR estructura) AND (diseño OR rediseño) AND (simulación OR modelo OR modelado) AND (FlexSim) AND (productividad))”, donde se encontraron en Google Scholar 370 resultados, de los cuales se destacan 10 investigaciones.

Flessa et al.,[35] llevaron a cabo una investigación en un restaurante del sur de Brasil, que consistía en: “diseñar indicadores de rendimiento y planificación sistemática”, con el fin de hacer un estudio en una cocina industrial de un restaurante, analizando el flujo de producción, la disposición del área de fabricación, en la cual se aplicó la metodología Layout para desarrollar y ejecutar nuevas alternativas de diseño que fueron evaluadas por varios indicadores para medir el rendimiento de disposición, donde se obtuvieron resultados de reducción del trabajo, desplazamiento de los empleados, y aumento de la productividad, mejorando la utilización del área de producción.

En la investigación realizada por Alpala et al.,[36] denominada los autores se centraron en mejorar la distribución de las instalaciones de producción de una planta procesadora de café, simulando y optimizando los procesos productivos, mediante la metodología propuesta “SLP” (Systematic Layout Planning), que se basa en modular y ser flexible; incorporando un diseño integrado de sistemas, el cual admite trabajar otras herramientas como CAD y simulación de realidad virtual, permitiendo analizar los diferentes escenarios, relacionados con problemas de producción y demanda; como resultado se evidencia el beneficio y utilidad de la metodología empleada, llevando a cabo una mayor productividad y mejor distribución en sus áreas.

En el artículo de Lin et al.,[37] en su estudio denominado “Integración de la planificación del diseño sistemático con la teoría de restricciones difusas para diseñar y optimizar el diseño de las instalaciones para el quirófano en los hospitales”, se definió como objetivo plantear un nuevo enfoque que permita en las instalaciones diseñar y optimizar, proponiendo una industrialización moderna en la práctica diaria, llevando a cabo la metodología SLP, con el fin de organizar el área

laboral estableciendo relaciones logísticas y no logísticas; como resultado de esta investigación se basó en dar un aporte a los directores de hospitales, para mejorar la práctica a través de enfoques de gestión modernos.

En la investigación de Kumar et al.,[38] exploraron cómo optimizar el tiempo en sistemas de fabricación. La combinación de máquinas y software de simulación de secuencias operativas se utiliza para obtener una flexibilidad de enrutamiento total en el Sistema de Fabricación Flexible (FMS), ofreciendo una reducción del tiempo de espera, una disminución de los costos y un aumento de la eficiencia. El documento retrata una estrategia de enrutamiento eficiente en tiempo real, para maximizar el rendimiento del sistema equilibrando la carga de trabajo y minimizando el desequilibrio del sistema. Concluye que la flexibilidad total de enrutamiento proporciona una mejora significativa en la mejora del sistema y proporciona cómo las políticas de control de enrutamiento influyen en la condición de un sistema.

En la investigación de García [30], denominada “Diseño de un modelo de simulación, utilizando un software de eventos discretos, en una línea de producción de tejido industrial”, en este trabajo se desarrolló la herramienta de simulación digital, el cual consiste en simular el comportamiento físico de una empresa, esta investigación tiene como objetivo simular un proceso de una línea de producción de industrial, utilizando el método de simulación de eventos discretos, todo esto busca mejorar el comportamiento del sistema productivo, analizar cambios y progresos dentro de la organización.

Paz et al., [12]realizaron un estudio denominado “Propuesta para un diseño de distribución en planta en el área de separado para la empresa de alimentos cárnicos S.A.S, evaluada mediante una herramienta de simulación – Flexsim”. La investigación empezó con el diagnostico, posterior análisis e identificación de aspectos por mejorar en una distribución de planta del proceso de una empresa productora de embutidos, particularmente, el proceso de separado para posteriormente presentar alternativas de mejora. Los hallazgos evidenciaron escenarios de distribución en planta que mejoraron de manera notoria los tránsitos de los trabajadores, así como los porcentajes de tiempo ocioso en máquinas y recurso humano, que finalmente planea la reducción de los cuellos de botella y optimiza la mano de obra.

Suhardini, Septiani y Fauziah[39] realizaron un estudio con el objetivo de diseñar la distribución en planta de una empresa que produce materiales de construcción, para aumentar la capacidad de producción. El problema al que se enfrenta esta empresa es que el diseño inadecuado provoca tráfico cruzado en la planta de producción. El procedimiento de diseño consta de tres pasos: analizar el diseño existente, proponer el diseño de la planta basado en SLP y evaluar y seleccionar un diseño alternativo utilizando un modelo de simulación. Los resultados mostraron que la capacidad de producción está aumentando hasta en un 37,5% con la incorporación de la máquina y el operador, mientras que el costo de manipulación de materiales se redujo mediante la mejora del diseño. El uso del método de planificación de diseño sistemático reduce el costo de manejo de materiales en un 10,98% desde el diseño inicial.

La investigación de Sutari y Rao[40] se realizó con el fin de estudiar el diseño de la planta existente de una unidad de producción de góndola y proponer un diseño de planta ajustada utilizando SLP (Systematic Layout Planning) para aumentar su productividad. El análisis de la distribución de la planta existente se realizó mediante el estudio de aspectos como el flujo de materiales, las relaciones de actividad y los requisitos de espacio. Se diseñaron nuevas alternativas de distribución de plantas y se compararon con la distribución existente. El nuevo diseño de la planta finalmente seleccionado mostró una disminución significativa en la distancia del material y el recorrido del flujo de trabajo y resultó en un aumento de la productividad de la unidad.

Patil y Kuber[41], realizaron un estudio con el propósito de estudiar el diseño de la planta existente de la unidad de fabricación de una empresa de servicios auxiliares de automóviles de mediana escala y mejorarlo utilizando el método SLP. La distribución de la planta fue la principal preocupación en cuanto a las operaciones realizadas y el flujo de materiales en la línea de montaje. De acuerdo con el análisis de la planta y el flujo de trabajo, se encontró que área de la sala de herramientas para piezas de repuesto de 192 pies cuadrados, se debía trasladar al departamento de materias primas, el área de la materia prima era de 1152 pies cuadrados. El área de material de acabado requería cambiarse al cuarto de herramientas sin afectar el área sobrante, la línea de ensamblaje de Honda cambiaría al área de materia prima y la línea de ensamblaje del silenciador Mahindra cambiaría al área de acabado inicial. Con la aplicación del SLP a la planta de la empresa se obtuvo la instalación de nuevas máquinas ayudando a mejorar la productividad, minimizar el tiempo de

manejo de materiales, el costo de mano de obra y de transporte para algunas operaciones y una gran reducción en el manejo de materiales.

La investigación de Hossain, Rasel y Talapatra[42] estudia el diseño del proceso de producción en curso de la industria del yute y se desarrolla un nuevo diseño basado en la teoría del patrón de planificación de diseño sistemático para reducir los costos de producción y mejorar la productividad. Los autores analizaron el número de equipos y el área de desplazamiento del material en la producción de hilo. También analizaron de forma detallada el diseño de la planta actual, teniendo en cuenta el diagrama del proceso de operación, relacionamiento de actividades, el equipo y el área. Posterior a ello, realizaron un nuevo diseño de la planta y lo compararon con el diseño de la planta existente. El nuevo diseño muestra que la distancia y el costo total del flujo de material desde las tiendas al área de despacho se reducen significativamente. Por lo tanto, los autores concluyen que al reorganizar el diseño en planta se mejora el flujo de material, se reduce la distancia recorrida y el costo, lo que resulta en un aumento en la producción.

De acuerdo a las investigaciones anteriores se puede concluir que la metodología SLP y la simulación de eventos discretos han demostrado ser herramientas eficientes para optimizar los procesos de producción y hacer que una industria sea más productiva y competitiva, lo que se espera lograr con la propuesta que se desarrolla en la empresa Arben S.A.S. De esta manera, esta revisión de estudios sobre el tema resulta sustancial porque sirven de base para la construcción de la presente investigación desde aspectos teóricos y metodológicos que consideran el diseño y distribución en planta, lo cual incluye modificaciones en la distribución y orden de los operarios y máquinas que significa una mejora en tiempos, costos, ahorro del área ocupada y disminución de desplazamientos.

4.3 Marco legal

El sector de confecciones es importante dentro de la industria manufacturera. La Ley 590 del año 2000 clasifica las empresas en micro, pequeña y mediana, entendiendo la primera como aquellas que contienen hasta 10 empleados, sus activos no superan los 501 salarios legales establecidos en el país. La pequeña por su parte tiene un rango de 11 hasta 50 trabajadores y los activos se encuentran

entre los 501 y 5001 salarios legales vigentes. Finalmente la mediana empresa tiene un recurso humano que supera los 50 empleados con activos que superan los 5001 salarios mínimos hasta 15.000 [43]

Por su parte, la resolución 2400 de mayo 22 de 1979 el título 6, capítulo 2 artículos desde 176 hasta 201 señala que los establecimientos dedicados a las actividades laborales, en donde la fuerza laboral se encuentra expuesta a diversos factores de riesgo, los empleadores están en la obligación de proporcionar elementos de protección personal apropiados, considerando la naturaleza del riesgo, cumpliendo con las características de seguridad y eficiencia para quienes los usa como lo establece el artículo 4: [44]

“Todos los edificios destinados a establecimientos industriales, temporales o permanentes, serán de construcción segura y firme para evitar el riesgo de desplome; los techos o cerchas de estructura metálica, presentarán suficiente resistencia a los efectos del viento, y a su propia carga; los cimientos y pisos presentarán resistencia suficiente para sostener con seguridad las cargas para las cuales han sido calculados, y ningún cimiento o piso será sobrecargado por encima de la carga normal; el factor de seguridad para el acero estructural con referencia a la carga de rotura, será por lo menos de cuatro (4) para las cargas estáticas, y por lo menos de seis (6) para las cargas vivas o dinámicas, y será correspondientemente más alto para otros materiales; además se dispondrá de un margen suficiente para situaciones anormales”[44].

En el artículo 6 de la resolución 2400 de 1979 se indica que:

“En la construcción, reformas o modificaciones de los inmuebles destinados a establecimientos de trabajo, se deberán tener en cuenta, además de los requisitos exigidos en el artículo quinto, los corredores, pasadizos, pasillos, escaleras, rampas, ascensores, plataformas, pasamanos, escalas fijas y verticales en torres, chimeneas o estructuras similares que serán diseñados y construidos de acuerdo a la naturaleza del trabajo, y dispondrán de espacio cómodo y seguro para el tránsito o acceso de los trabajadores”[44].

5. METODOLOGÍA

5.1 Enfoque de estudio

Enfoque mixto. De acuerdo con Sampieri et al., señala que estos estudios están mediados tanto por “procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación” que tienen en cuenta tanto la recopilación como el análisis de información cuantitativa y cualitativa, para ser posteriormente vinculados en conjunto, permitiendo inferir (metainferencias), además de albergar una mejor comprensión del evento examinado [45].

De este modo, el presente trabajo investigativo sigue los lineamientos de la investigación cualitativa y cuantitativa. De la primera, se desarrollará un diagnóstico de la empresa trabajando aspectos categóricos tales como la descripción de la empresa, además se propone valorar, calificar e interpretar los datos.

5.2 Tipo y diseño de estudio

Descriptivo, explicativo, transversal, que mide, describe y evalúa fenómenos y/o eventos presentes en la empresa, que son analizados y posteriormente identifican las causas del problema que alteran a la variable, en este caso, el proceso de producción. La investigación recolectó datos durante el primer semestre del 2021, que muestren como se encuentra la distribución en planta actual, para posteriormente analizar la información, proponer diseños alternativos y evaluarlos mediante simulación. El estudio tiene un diseño transversal descriptivo-comparativo, que estudia de manera descriptiva las variables y las posibles propuestas de distribución en planta se compararán y se optará por la mejor alternativa. Sampieri et al., explicaron que los diseños transversales descriptivos tienen como finalidad de buscar las diversas cosas que pasan con las variables o sus alteraciones de una forma teórica y explicativa en una determinada población o contexto[45].

5.3 Método de estudio

Estudio de caso. De acuerdo con Yin “el estudio de caso es una indagación empírica que investiga el caso o casos que se ajustan definidos como un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de la vida real abordando las preguntas de cómo o por qué sobre el fenómeno de interés; lo encuentra particularmente instrumental para la evaluación de programas, el resto de su definición técnica propicia aspectos de la recopilación y el análisis de datos en relación con la situación en estudio, en este sentido, busca investigar una situación distinta que incluya muchas más variables de interés que puntos de datos”[46]. Para este estudio, se busca examinar y diseñar la distribución en planta para la empresa de textiles ARBEN S.A.S que permita optimizar su proceso productivo, de esta manera, se define en concreto un escenario de estudio: la empresa ARBEN S.A.S; el evento a investigar, es decir la distribución de planta y el propósito de ello, mejorar su proceso de producción.

5.4 Técnicas y procedimiento de recolección de la información

Esta investigación propone el mejoramiento del diseño de la distribución en planta en la empresa ARBEN, a través de la metodología SLP (Systematic Layout Planning), en la cual se analiza los diversos procesos de producción, productos, máquinas, equipos y colaboradores que intervienen en el área de producción, haciendo empleo de una herramienta especializada en diseño, AUTOCAD, para que posteriormente los diseños en planta propuestos sean evaluados mediante el software FlexSim, un simulador de eventos discretos a través del cual se puede modelar, analizar, visualizar y optimizar el proceso productivo[12].

En este sentido, el estudio atiende la metodología esbozada por Paz et al., en su investigación considerando la similitud con los objetivos y el uso de las herramientas SLP y FlexSim. En este sentido, los autores en su fase inicial relacionan los procedimientos identificados en el proceso examinado en la empresa objeto de estudio y los califica de acuerdo a un grado de relevancia considerando como interactúan los procesos involucrados en la fabricación del producto. Posteriormente, tratan de acercarse a realizar la distribución para definir las actividades que son cercanas y se relacionan en el proceso [12].

Una vez se encuentran establecidas las actividades y han sido calificadas, se provee un código de relación que muestra la cercanía para “los centros de actividades”. Este proceso muestra un diagrama adimensional de bloques que proporciona diversas alternativas de diseño para luego elegir el óptimo [12].

Los autores también argumentan que la relación de proximidad debe evidenciarse esto se hace con la ayuda del AUTOCAD que estudia la dimensionalidad de los equipos y las instalaciones de la empresa, en este sentido, el diseño de planta considera aspectos como la maquinaria, equipos, suministros, recorrido del personal [12].

Por último, se lleva a cabo la simulación a través del Software FlexSim, el cual considera toda la información antes recopilada, y permite establecer tiempos de la maquinaria, distancias de recorridos del personal, identificando porcentaje de ocupación e inactividad, que después será validado con el software FlexSim [12].

En la tabla 1 se hace un resumen de las actividades a llevar a cabo para el cumplimiento de los propósitos de este estudio.

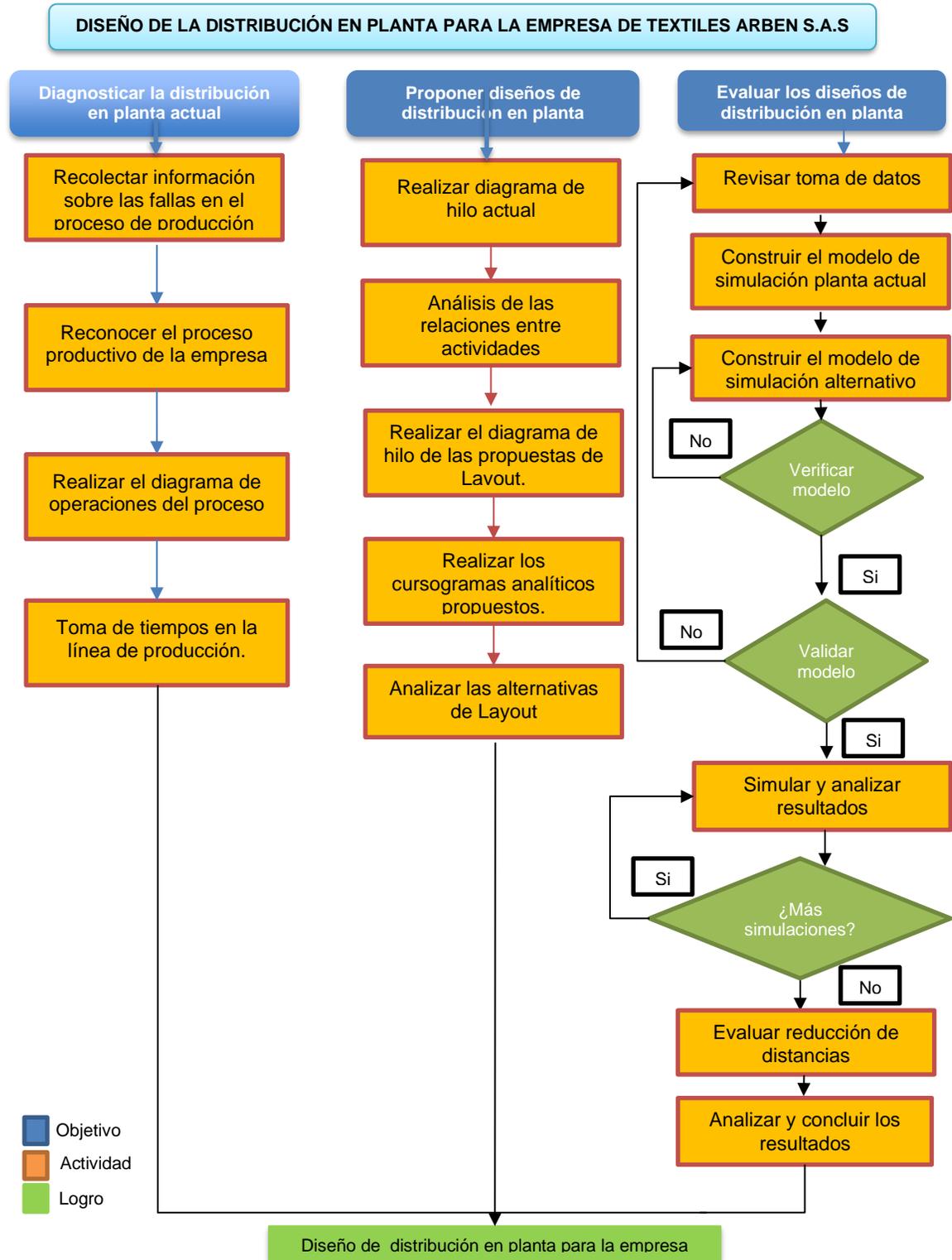
Tabla 1. Actividades relacionadas en el desarrollo del proyecto

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	INSTRUMENTO/TÉCNICA	PRODUCTO A OBTENER
Diagnosticar la distribución en planta actual de la empresa de textiles ARBEN S.A.S., de la ciudad de Popayán, mediante diagrama de operaciones y estudio de tiempos.	Recolectar información sobre las fallas que presenta la empresa en el proceso de producción	Cuestionario y encuesta a trabajadores y directivos, que incorporaren preguntas relacionadas a sus funciones laborales, a las funciones y manejo de las máquinas y equipos existentes, deficiencias en el desempeño de la labor	Descripción de las fallas que presenta la empresa.
	Reconocer el proceso productivo de la empresa desde el ingreso de la materia prima hasta el producto terminado	Observación directa, registro fotográfico para reconocer los diferentes departamentos de la organización en estudio y las zonas en donde se realizan los trabajos que permitan elaborar un Layout inicial de la empresa	Distribución de planta actual de la empresa.
	Realizar el diagrama de operaciones del proceso	Software Visio Profesional	Diagrama con las operaciones y actividades que hacen parte del proceso productivo
	Toma de tiempos en la línea de producción.	Excel	Registro de los tiempos actuales de ejecución de las distintas labores
Proponer diseños de distribución en planta identificando oportunidades de mejora que optimicen el	Realizar diagrama de hilo actual	AUTO CAD	
	Análisis de las relaciones entre actividades	Software de Corelap	Propuesta de diseños de distribución en planta.

proceso productivo de la empresa mediante la metodología de Planificación Sistemática Layout - SLP.	Realizar el diagrama de hilo de las propuestas de Layout.	Software Visio Profesional	
	Realizar los cursogramas analíticos propuestos.	Software Visio Profesional	
	Analizar las alternativas de Layout propuestas		
Evaluar los diseños de distribución en planta propuestos con la metodología SLP mediante la herramienta de simulación discreta FlexSim	Construir el modelo de simulación del diseño en planta actual, que define el proceso productivo que se pretende simular y será el punto de comparación	FlexSim	Modelado de simulación
	Construir el modelo de simulación de acuerdo a las alternativas propuestas en SLP	FlexSim	Modelado de simulación
	Validar el modelo de simulación	FlexSim	
	Evaluar y determinar el porcentaje de distancia recorridas con el fin de compararlas con el modelo inicial y evidenciar las diferencias	FlexSim	Análisis de la reducción de distancias
	Analizar y concluir acerca de los resultados del modelo de simulación de la propuesta de mejora	Inspecciones visuales	Modelo de simulación que optimiza el proceso productivo

Fuente: Autores

Figura 3. Actividades a realizar



Fuente: Tomado y modificado de Jhon Alexander Segura Dorado (2021)

6. RESULTADOS

6.1 Diagnóstico de la distribución en planta actual de la empresa de textiles Arben S.A.S., de la ciudad de Popayán

6.1.1 Antecedentes de la empresa

En el año 1997 en el barrio primero de mayo de ciudad de Popayán Cauca, nace la idea de crear una micro empresa enfocada en artículos militares, ya que en la ciudad no había talleres de confección especializados en esta clase de productos. De este modo, se da inicio a la microempresa con una sola máquina plana y la colaboración de su esposa, fabricando en primer lugar productos en lona como chalecos militares, bolsos tácticos, ropa militar.

Con el pasar del tiempo y dada la necesidad de suplir la demanda que había en el sector textil, debido a que las empresas tenían que mandar a hacer sus dotaciones a otras ciudades, el señor Anuar Rengifo Benites fundador de la empresa y cuyas iniciales otorgan el nombre a la organización ARBEN, adquiere más maquinaria e insumos, se traslada a un local amplio cerca al sector comercial y contrata personal en altura costura para responder al mercado local, logrando adquirir sus primeras contrataciones de dotación que hasta el momento en su mayoría se mantienen.

Con el crecimiento de la micro empresa, se dispuso desde hace dos años a construir sus propias instalaciones de tres niveles divididas en el área de confección área de corte, bodega de insumos, bodega almacenamiento. Sector de control y calidad especializados en dotaciones para la fuerza pública, fuerzas militares personal de escoltas, grupos de rescate y emergencia, empresas de vigilancia ropa deportiva, uniformes hospitalaria, bordados industriales con un punto de venta en la ciudad y varios clientes a nivel nacional.

Como resultado del crecimiento de la microempresa, el volumen de ventas de los productos que fabrica tuvo un notable crecimiento en los últimos años. Con relación al pantalón Combak y el buzo táctico las cifras proporcionadas por la empresa muestran que para el primer producto las ventas de 2019 aumentaron en más de 60% con respecto al año 2018, correspondiente a 700 y 430 unidades

respectivamente. Para el buzo táctico en el mismo periodo el crecimiento fue del 3% aproximadamente, correspondiente a 9840 en 2018 y 10130 unidades en 2019.

En el año 2020, como consecuencia de la emergencia sanitaria derivada del COVID-19, las ventas se redujeron para ambos productos a la mitad, en el caso del pantalón combak pasaron a 350 unidades y para el buzo táctico a 5120 unidades. La reapertura económica a mediados del año 2021 recupero de nuevo el volumen de ventas tanto para el pantalón combak con 610 unidades y para el buzo táctico con 9520 unidades, como se muestra en la tabla 2 y las figuras 4 y 5.

Tabla 2. Volumen de ventas ARBEN S.A.S 2018-2021

AÑO	PRODUCTOS			
	PANTALON COMBAK	BUZO TACTICO	BOLSO DE ASALTO EXTREMO	FORROS PARA CASCOS
2018	6500	13648	4550	1869
2019	6890	12130	3376	1580
2020	5730	10520	4320	890
2021	7290	13340	5789	2350
TOTAL	26410	49638	18035	6689

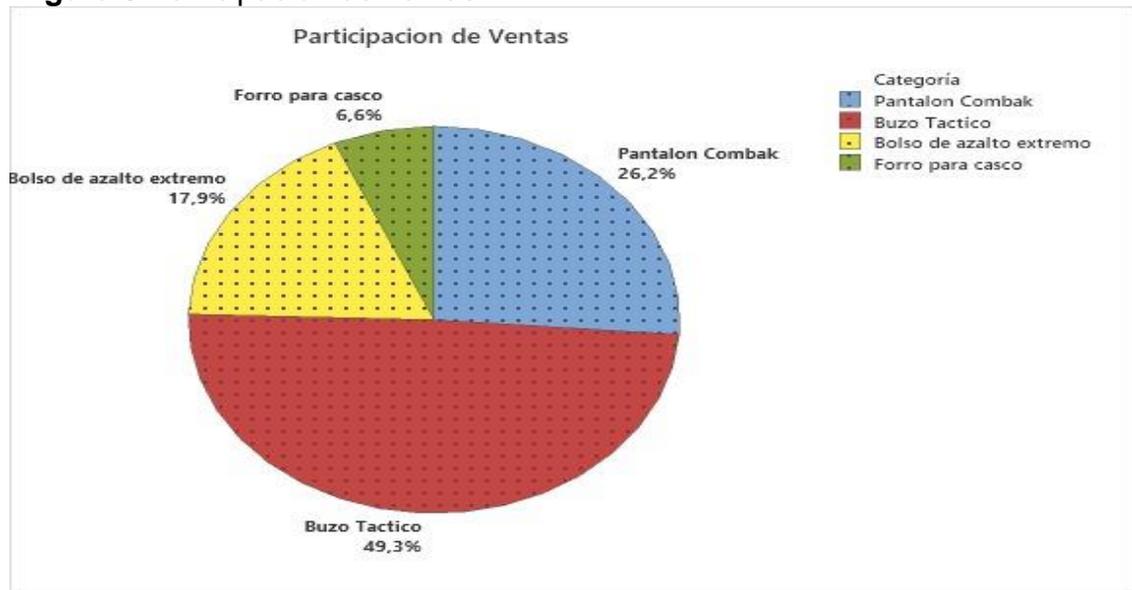
Fuente: Extraído de ARBEN. 2021

Figura 4. Unidades vendidas en el año 2021



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Participacion de ventas



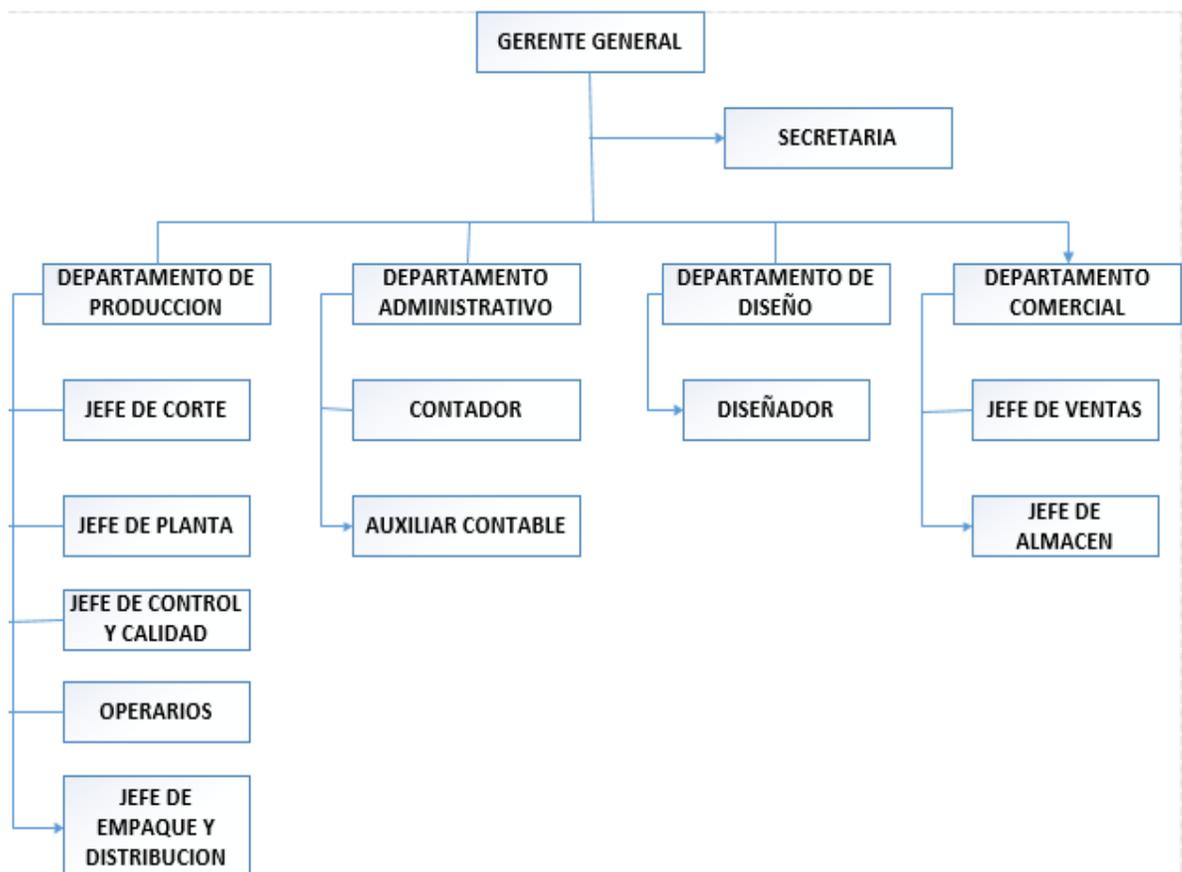
Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Filosofía de ARBEN S.A.S.

Misión: “Somos una empresa textil con proyección nacional, solida, y estable; diseñamos, producimos y comercializamos textiles, reflejo del esfuerzo del grupo humano, brindando el más alto grado de satisfacción a nuestros clientes, garantizado un óptimo nivel de rentabilidad para nuestro público objetivo”.

Visión: “Trabajamos unidos para ser la mejor empresa del suroccidente colombiano en la industria textil, con el fin de lograr un alto posicionamiento y rentabilidad en los mercados nacionales e internacionales con productos de inmejorable calidad y diseño, cumpliendo con los más altos estándares de servicio buscando la satisfacción total de nuestro cliente”.

Figura 6. Organigrama ARBEN S.A.S



Fuente: ARBEN. 2019, p. 13. [5]

La figura anterior muestra los puestos jerárquicos dentro de la organización, evidenciándose una pirámide vertical, que inicia con el gerente general y finaliza con los operarios, cada uno de ellos cumpliendo una función específica dentro de ARBEN S.A.S.

6.1.3 Datos generales de ARBEN S.A.S.

Ubicación:

Este (X): 2.447409°

Norte (Y): 2.447409°

Actividad industrial:

Comercio al por menor de productos textiles en establecimientos especializados

Dirección:

Carrera 14 2- N 78, Popayán, Cauca

Datos del promotor:

Anuar Rengifo Benítez

Figura 7.Mapa del sitio ARBEN S.A.S

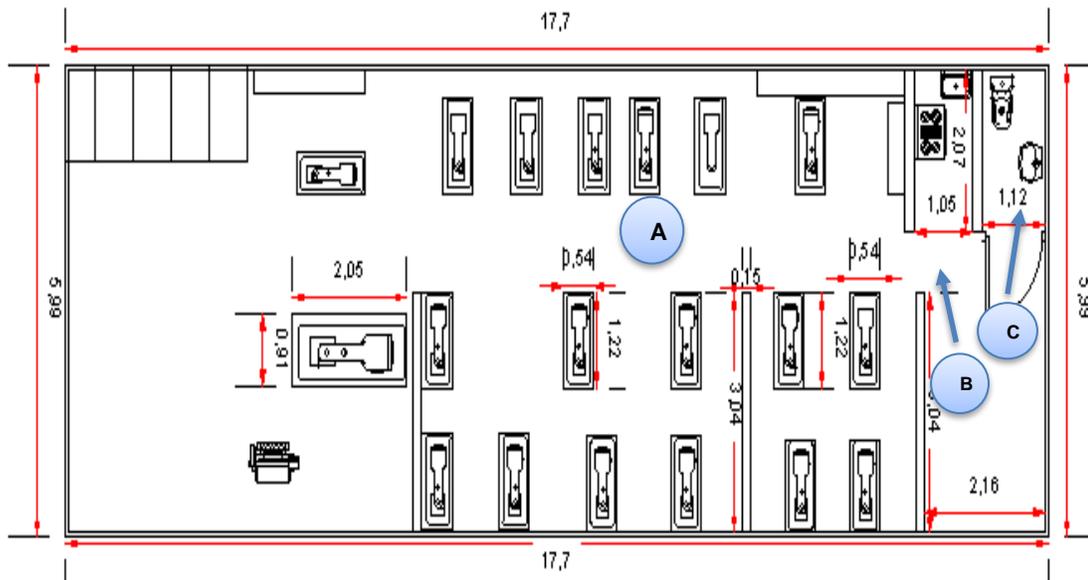


Fuente: ARBEN, 2019, p. 6. [5]

6.1.4 Plano industrial de ARBEN S.A.S.

La empresa en el primer piso se encuentra organizada por el área de producción (A) que cuenta con 20 máquinas como las planas, ojaladora, botonadora, presilladora, collarín, fileteadora y bordadora. También se ubica el área de cafetería (B) y baño (C) (Figura 8).

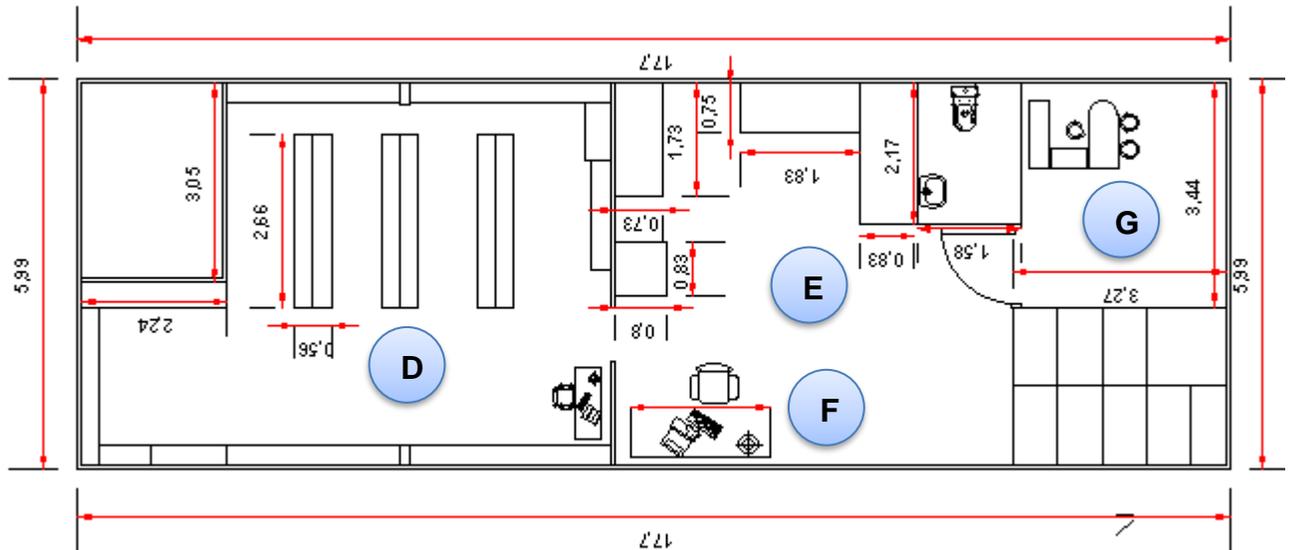
Figura 8. Distribución primer piso ARBEN S.A.S



Fuente: Elaboración propia.

En el segundo piso se ubica el área de producto terminado (D) con un área de 7.8 m por 5.2 m. En este nivel se encuentra el área de control y calidad (E), que cuenta con un operario encargado de verificar el producto y también la recepción (F) y el área de gerencia general (G) (Figura 9).

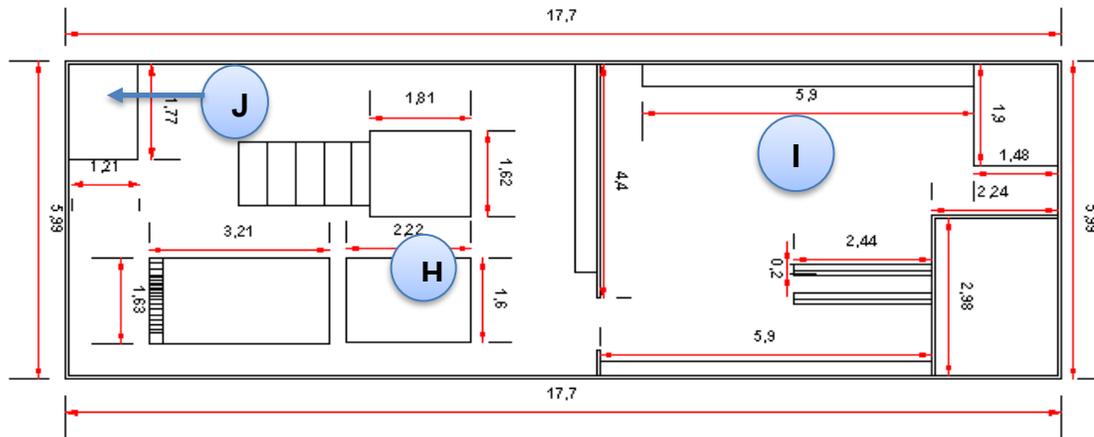
Figura 9.Distribución segundo piso ARBEN S.A.S



Fuente: Elaboración propia.

En el tercer piso se ha organizado el área de corte (H) que cuenta con 2 máquinas de corte y 2 operarios. Esta área de 9 m por 5.8 m, tiene además 3 mesas para la realización del respectivo proceso. Contiguo se encuentra el área de materia prima (I) con 8.1 m por 5.8 m de área que cuenta con 6 estantes para el almacenamiento de tela, hilos, botones, cremalleras, licras, velcro, driles y lonas en poliéster y el área de residuos (J). (Figura 10).

Figura 10.Distribución tercer piso ARBEN S.A.S



Fuente: Elaboración propia.

6.1.5 Portafolio de productos de ARBEN S.A.S.

Tabla 3. Portafolio de producto

Producto	Características
<p>BUZOS TÁCTICOS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborado en dril rip stop (tela galleta). • Debe ser de corte semi entallado, manga tipo ranglan (costuras planas paralelas) cuello tortuga. • Refuerzo en la parte del codo, cada manga debe llevar un bolsillo tipo parche con tapa con una leve inclinación hacia adelante y cierres de contacto. • El parche en ambos bolsillos debe ir con cintas adhesivas de gancho y lazo, tanto en la tapa como en todo el cuerpo del bolsillo. • Tejido de secado rápido y absorción de humedad que te mantiene fresco y seco durante tu entrenamiento militar. • Tejido anti-arañazos y resistente a la abrasión para todas las formas de deportes al aire libre. • Panel de tejido elástico para ventilación y mayor comodidad.

	<ul style="list-style-type: none"> • Cremallera frontal 1/4 con cuello que se puede llevar hacia arriba o hacia abajo para mayor protección. • en la parte del torso elaborado en licra antibacterial monte simone 100% poliéster. ancho 152,00 x/-2cm base 2832. peso (masa / unidad de área). 252,00 + - 10 g / m2 cremallera nro. 6 ekan. b. • Acabado tela: textil con acabado de permetrina con el propósito de repeler mosquitos, garrapatas y otros insectos, reduciendo riesgo y probabilidad de contraer enfermedades tropicales como la leishmaniasis • Determinación de la concentración mg/m2 de permetrina: se debe efectuar mediante cromatografía de gases siempre y cuando este haya sido debidamente validado por el laboratorio y la columna empleada sea compatible con el producto. • Para cada uno de los ciclos de lavado y secado establecidos, se debe aplicar el procedimiento de lavado contemplado en el ntc 908 o sus versiones vigentes
<p>TULA CON CREMALLERA</p>  <p>TULA CON CREMALLERA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricado en lona 100% en nylon. • Correas en nylon • Herrajes en latón • Cremallera N^o 8 • Colores: verde, negro • 1m de altura • VXM \$75.000 VDT\$

<p>BOLSO DE ASALTO EXTREMO AR 87</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricado en lona 100% en nylon • Correas en nylon • Herrajes en latón • Chapas plásticas • Pinzas de ajuste • Forrado en impermeable y yumbolon N° 8 • Cremallera N° 8. • Colores: verde, negro • VXM \$35.000 VDT \$.
<p>BOLSO DE ASALTO DELTA AR 86</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricado en lona 100% en nylon • Correas en nylon • Herrajes en latón • Chapas plásticas • Pinzas de ajuste • Forrado en impermeable • Colores: verde, negro • VXM \$18.000 VDT \$ 30.000
<p>PANTALONES:</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborado en drill rip stop tecnología anti-desgarro, con materiales 70% algodón 30% poliéster, 6.14 Oz tratamiento con teflón, color verde oliva, cinturón autoajustable con elementos elásticos. • Reforzado en el área de la rodilla con dos capas de tela, bolsillos interiores para rodillas. • Costuras reforzadas en áreas de alta carga, 8 bolsillos con un total de 10 compartimentos. • Dos bolsillos de carga laterales con tapas y velcro con dos compartimentos, dos bolsillos frontales con fácil acceso, dos bolsillos frontales, dos bolsillos traseros con tapas y velcro. • Botón doble botón de bloqueo en el interior del cinturón. • Cremallera. nota: el vendedor debe entregar una muestra para pruebas y aprobación. •
<p>ARNES 02:</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricado en lona 100% en nylon • Correas en nylon • Herrajes en latón • Espuma nro.10 suela Eva • Colores: verde, negro • VXM \$30.000 VDT\$

<p>REATA AR 07</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricado en lona 100% en nylon • Correas en nylon de 55 mm • Herrajes en latón • Chapa plástica doble seguro • Ojales en latón • Colores: verde, negro, azul • VXM \$25.000 VDT\$
<p>FORROS PARA CASCOS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricado en lona 100% en nylon • Velcro • Colores: verde militar, verde manzana, pixelado y negro • VXM \$15.000 VDT \$20.000
<p>CINTURONES:</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Reata cinturón militar táctico ajustable, • Color verde oliva. • Hebilla en plástico color negra, con hebillas de liberación lateral. • Cierre con triple sistema de retención, largo ajustable hasta 109 cm, ancho 5.7 cm con velcro ajustable. • Compatible con el chaleco arnés táctico.

Fuente: Autores con datos de la empresa

6.1.6 Equipo y maquinaria utilizada en el proceso productivo de ARBEN S.A.S.

La mayoría de las operaciones que se realizan para la fabricación de los artículos textiles militares es por medio de máquinas de confección y corte donde el propietario las adquirió nuevas. Estas maquinarias son eléctricas. La mayoría de los procesos de confección se realizan con las maquinarias planas, mientras que las terminaciones se prosiguen con el restante de máquinas. En el anexo 2 se muestra el inventario de los equipos y máquinas que se encuentran en la empresa.

6.1.7 Diagrama de operaciones del pantalón combak y buzo táctico de ARBEN S.A.S.

Considerando los múltiples productos que se fabrican en la empresa lo cual puede extender el proyecto, sumado a que constan de varios pasos para su elaboración, este estudio se concentra en el proceso productivo del pantalón combak y el buzo táctico. De esta manera, a continuación, se muestra el diagrama de operaciones de estas prendas en el que se detallan cada una de sus fases (Figura 11-13).

A continuación, se describe las características del proceso del pantalón combak y buzo táctico como se muestra en la tabla 4,5,6.

Tabla 4.Características de proceso del pantalón Combak parte trasera

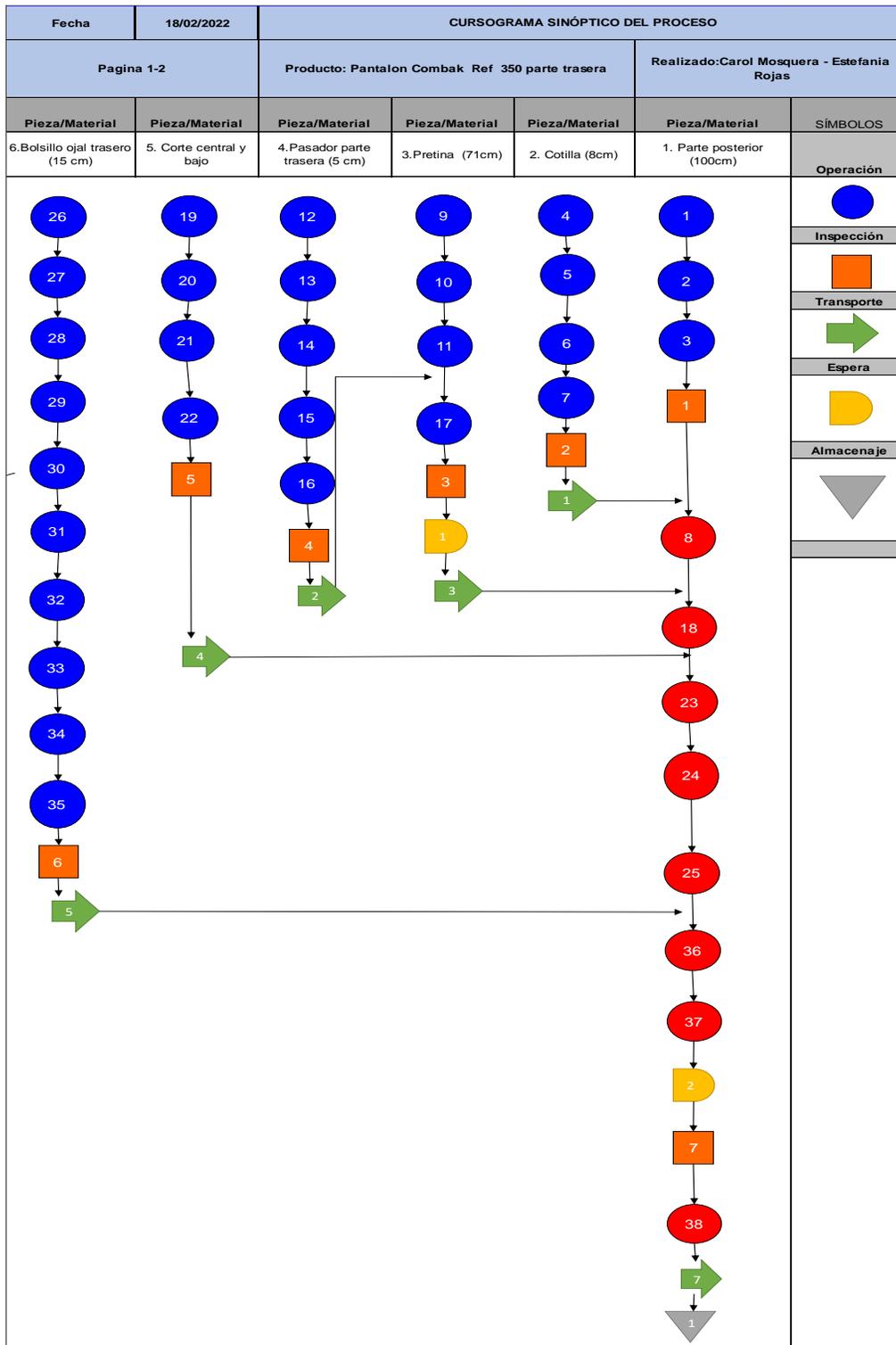
Índice	Descripción
Preparación de materia prima	
1. Parte posterior	
Op1	Corte
Op2	Filetear
Op3	Repisar
IN1	Verificación de partes
2. Cotilla	
Op4	Corte
Op5	Filetear
Op6	Repisar
Op7	Unen
IN2	Verificación de partes
Op8	Ensamble a corte posterior
TR1	Transporte a máquina fileteadora
3.Pretina	
Op9	Corte
Op10	Filetear
Op11	Repisa
4.Pasador parte trasera	
Op12	Corte
Op13	Fijar interlon
Op14	Colocar marca
Op15	Colocar pasadores
Op16	Repisar marquillas
IN4	Verificación de partes
TR2	Transporte a máquina plana
Op17	Unión de pretina y pasadores
IN3	Verificación de partes
ES1	Demora en los ajustes de la maquina
TR3	Transporte a máquina plana
Op18	Ensamble a corte posterior

Tabla 4 (continuación)

Índice	Descripción
5. Corte central y bajo	
Op19	Corte
Op20	Unen extremos
Op21	Filetea
Op22	Repisa
IN5	Verificación de partes
TR4	Demora en los ajustes de la maquina
Op23	Ensamble de refuerzo
Op24	Unión de corte central
Op25	Repisar entre pierna
6. Bolsillo trasero	
Op26	Corte
Op27	Colocar falsos
Op28	Tapa
Op29	Colocar velcro
Op30	Fijar extremos
Op31	Repisar bordes y falsos
Op32	Pegar refuerzos post
Op33	Pegar cotilla
Op34	Hacer aletilla
Op35	Cerrar y repisar
IN6	Verificación de partes
Op36	Pega bolsillo lateral
Op37	Hacer dobladillo e introducir cordón
ES2	Demora en los ajustes de la maquina
IN7	Verificar unión de parte terminado
Op38	Unión de parte delantera y trasera del pantalón
TR5	Transporte al área de almacén
AL1	Almacén de producto terminado

Fuente: Elaboración propia

Figura 11.Cursograma sinóptico pantalón combak parte trasera



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.Características del pantalón Combak parte delantera

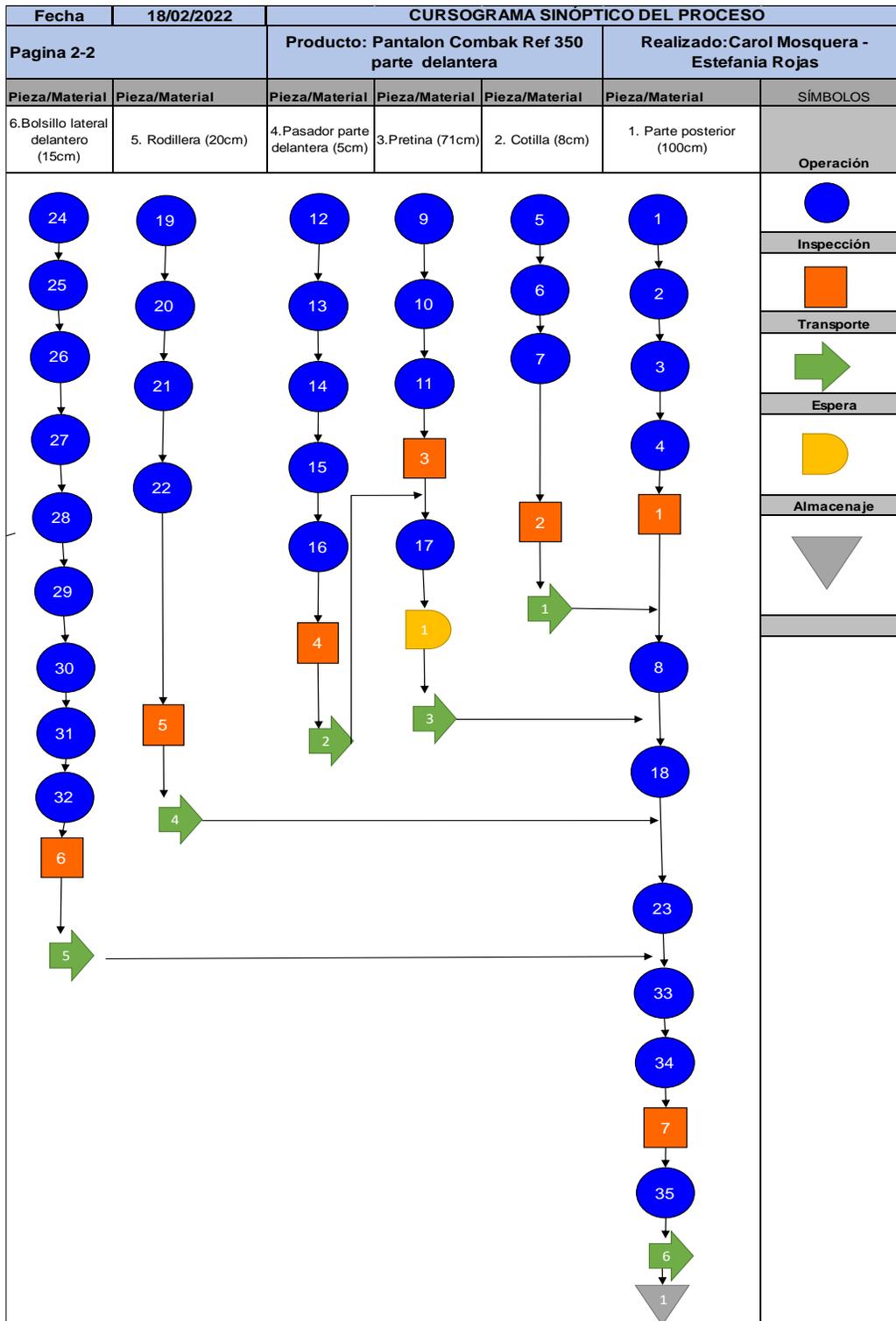
Índice	Preparación de materia prima
1. Parte posterior	
Op1	Corte
Op2	Filetear
Op3	Repisar
Op4	Filetear los tiros
IN1	Verificación de partes
2. Cotilla	
Op5	Corte
Op6	Filetear
Op7	Armar
IN2	Verificación de partes
TR1	Transporte a máquina plana
Op8	Ensamble a corte posterior
3.Pretina	
Op9	Corte
Op10	filetear todas las partes
Op11	Repisar
IN3	Verificación de partes
4.Pasador parte delantera	
Op12	Corte
Op13	Fijar interlon
Op14	Colocar marca
Op15	Colocar pasadores
Op16	Repisar marquillas
IN4	Verificación de partes
TRA2	Transporte a máquina plana
Op17	Ensamble de pretina y pasadores
ES1	Demora en los ajustes de la maquina
IN2	Verificación de partes
TR3	Transporte a máquina plana
Op18	Ensamble a corte posterior

Tabla 5. (Continuación)

5. Rodillera	
Op19	Corte
Op20	Abre ojales
Op21	Refuerzos
Op22	Unión de partes
IN5	Verificación de partes
TR4	Transporte a máquina plana
Op23	Ensamble a corte posterior
6. Bolsillo trasero	
Op24	Colocar falsos
Op25	Tapa
Op26	Colocar velcro
Op27	Fijar extremos
Op28	Repisar bordes y falsos
Op29	Pegar refuerzos post
Op30	Pegar cotilla
Op31	Hacer aletilla
Op32	Cerrar y repisar
IN6	Verificación de partes
TR5	Transporte a máquina plana
Op33	Pega bolsillo lateral y delantero
Op34	Hacer dobladillo e introducir cordón
IN7	Verificar unión de parte terminado
Op35	Unión de parte delantera y trasera del pantalón
TR6	Transporte al área de almacén
AL1	Almacén de producto terminado

Fuente: Elaboración propia

Figura 12.Cursograma sinóptico pantalón combak parte delantera



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.Características del buzo táctico

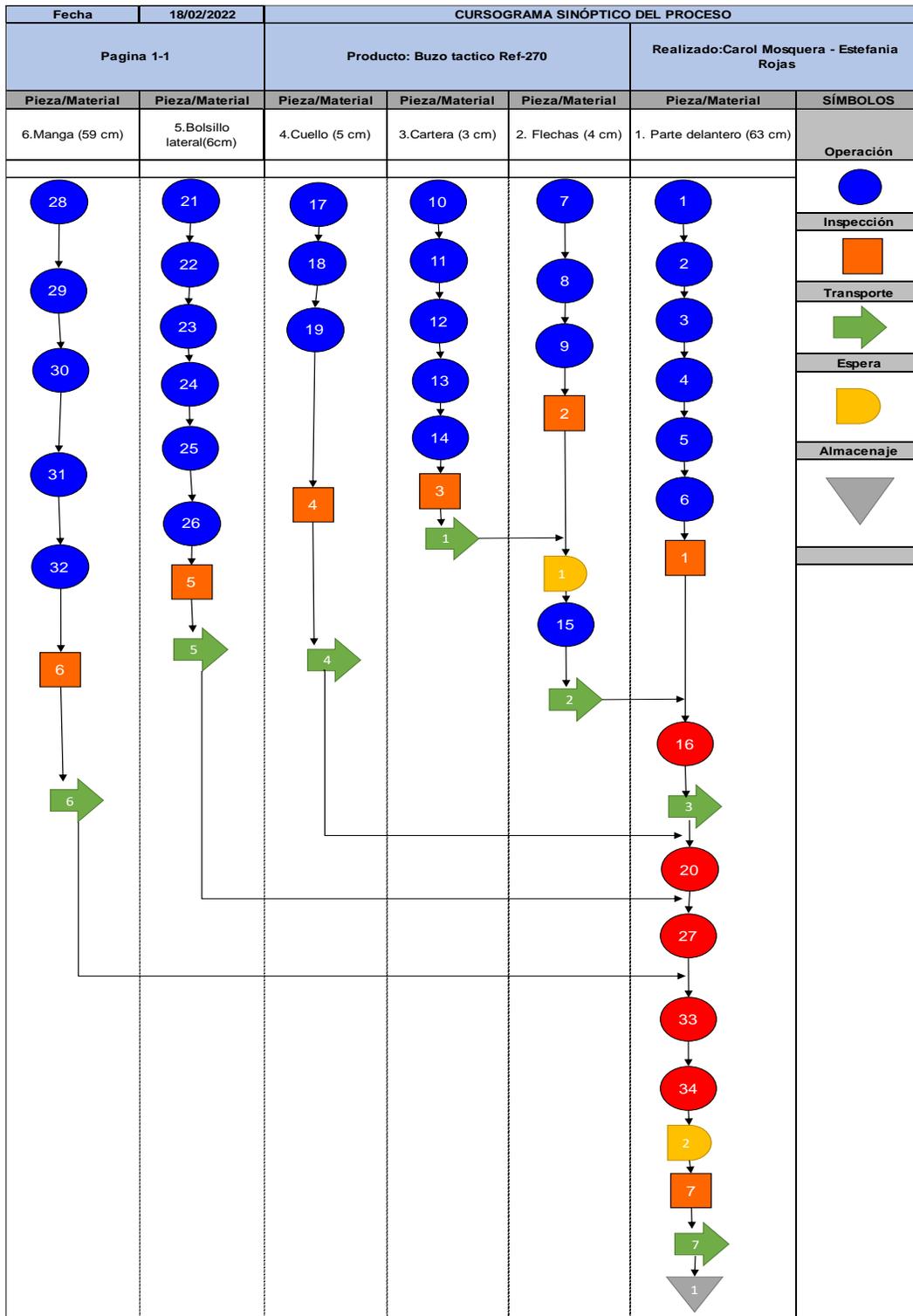
Índice	Descripción
	Preparación de materia prima
1. Parte delantero	
Op1	Corte
Op2	Filetear
Op3	Repisar
Op4	Pegar, Cortar falsos
Op5	Unir
Op6	Cerrar lados
IN1	Verificación de partes
2. Flechas	
Op7	Corte
Op8	Dar forma
Op9	Fijar con velcro
IN2	Verificación de partes
3. Cartera	
Op10	Corte
Op11	Arma
Op12	Pegar
Op13	Filetear
Op14	Despuntar
IN3	Verificación de partes
TR1	Transporte a máquina fileteadora
ES1	Demora en los ajustes de la maquina
Op15	Ensamblar partes (flechas, cartera)
TR2	Transporte a máquina plana
Op16	Ensamblar partes
TR3	Transporte a máquina plana

Tabla 6. (Continuación)

Índice	Descripción
6.Cuello	
Op17	Corte
Op18	Unir
Op19	Repisar
IN4	Verificación de partes
Op20	Ensamble de partes
5.Bolsillo lateral	
Op21	Corte
Op22	Filetear
Op23	Repisar
Op24	Colocar bolsillo
Op25	Tapa
Op26	Pegar velcro
IN5	Verificación de partes
TR5	Transporte a máquina plana
Op27	Ensamblar partes
4.Manga	
Op28	Corte
Op29	Doblar
Op30	Unir
Op31	Repisar dobles
Op32	Repisar puño
IN6	Verificación de partes
TR6	Transporte a máquina fileteadora
Op33	Repisar (flechas, cartera, manga, bolsillo y cuello)
Op34	Filetear
ES2	Demora en los ajustes de la maquina
IN7	Verificación de partes
TR7	Transporte al área de almacén
AL	Almacén de producto terminado

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Cursograma sinóptico buzo táctico



Fuente: Elaboración propia

6.1.8 Cursograma analítico del proceso del pantalón combak y buzo táctico de ARBEN S.A.S.

El proceso de producción del pantalón combak y el buzo táctico se muestran en los siguientes cursogramas (Figuras 14 y 15). En particular, se establece que en general las actividades son operativas, lo que indica que los colaboradores permanecen en constante actividad durante cada turno de trabajo.

Figura 14.Cursograma analítico actual del pantalón combak

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL PANTALÓN COMBAK										
Pagina 1-3 Diagrama N°:1			Operar. <input checked="" type="checkbox"/>	Mater. <input type="checkbox"/>	Maqui. <input type="checkbox"/>					
		RESUMEN								
Fecha: 14/04/2021		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: <input type="checkbox"/>			Operación	69		0%				
Producto: Pantalón Combak			Transporte	21		0%				
Nombre: Grupo 1			Inspección	4		0%				
Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas			Espera	3		0%				
			Almacenaje	2		0%				
		Total de Actividades realizadas		99		0%				
		Distancia total en metros		116,79		0%				
		Tiempo horas/hombre		5:35:05		0%				
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo minutos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	1		0:01:00						
2	PREPARACION DE MATERIA PRIMA	1		0:20:00						
3	TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA A CORTE	1	2	0:01:00						
4	DESDOBLAR LA TELA	1		0:04:00						
5	CORTAR TELA	25		0:30:35						
6	TRANSPORTAR TELA A PRODUCCIÓN	1	26,3	0:01:55						
7	HACER TAPA POSTERIOR	2		0:01:00						
8	CIERRA TAPA POSTERIOR	2		0:03:03						
9	PIQUETEAR TAPA POSTERIOR	2		0:02:02						
10	REPISAR TAPA POSTERIOR	2		0:03:54						
11	COLOCAR VELCRO	2		0:02:14						
12	PEGAR VELCRO	2		0:01:05						
13	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	2	0:01:00						
14	HACER TAPA LATERAL	2		0:01:29						
15	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:00:40						

Figura 14 (continuación)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL PANTALÓN COMBAK									
Pagina 2-3 Diagrama N°:1		Operar. <input checked="" type="checkbox"/>		Mater. <input type="checkbox"/>	Maqui. <input type="checkbox"/>				
Fecha: 14/04/2021 Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: <input type="checkbox"/> Producto: Pantalón Combak Nombre: Grupo 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		RESUMEN							
		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
		●	Operación	69		0%			
		→	Transporte	21		0%			
		■	Inspección	4		0%			
		◐	Espera	3		0%			
		▼	Almacenaje	2		0%			
Total de Actividades realizadas			99		0%				
Distancia total en metros			116,79		0%				
Tiempo horas/hombre			5:35:05		0%				
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo minutos	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	→	■	◐	▼
16	DEMORA EN LOS AJUSTES DE LA MAQUINA	1		0:01:00					
17	FILETEAR TAPA LATERAL	2		0:04:50					
18	PIQUETEAR TAPA LATERAL	2		0:04:19					
19	PEGAR TAPA LATERAL	2		0:05:36					
20	REPISAR TAPA LATERAL	2		0:02:52					
21	VERIFICAR LA TAPA LATERAL	1		0:00:25					
22	COLOCAR Y PEGAR VELCRO	2		0:10:56					
23	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3,1	0:01:00					
24	HACER BOLSILLO LATERAL	2		0:01:48					
25	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	4,0	0:00:30					
26	FILETEAR BOLSILLO LATERAL	2	2,4	0:01:32					
27	REPISAR BOLSILLO LATERAL	2		0:01:10					
28	COLOCAR BOLSILLO LATERAL	2		0:01:19					
29	COLOCAR Y PEGAR VELCRO	2		0:01:00					
30	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	1	0:01:01					
31	HACER RODILLERA	2		0:05:26					
32	REPISAR RODILLERA	2		0:01:00					
33	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	1,3	0:01:26					
34	PEGAR RODILLERA EN EL DELANTERO	1		0:01:11					
35	HACER BOLSILLO DELANTERO	2		0:01:45					
36	COLOCAR FORRO Y FALSO	2		0:08:26					
37	HACER BOLSILLO RIVETE	2		0:06:49					
38	COLOCAR FALSO	2		0:03:10					
39	COLOCAR TAPA	2		0:04:30					
40	COLOCAR VELCRO	2		0:02:11					
41	FIJAR EXTREMOS	2		0:04:12					
42	REPISAR BORDES Y FALSO	2		0:04:34					
43	INSPECCIONAR LOS BORDES	1		0:00:15					
44	PEGAR REFUERZO POSTERIOR	2		0:02:19					
45	PEGAR COTILLA	2		0:02:03					
46	HACER EL ALETILLON	2		0:03:48					
47	CERRAR Y REPISAR ALETILLON	2		0:02:37					
48	CIERRE DE COSTURA	2		0:01:50					
49	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:01:45					
50	FILETEAR COSTURA	2		0:04:56					
51	DEMORA EN LOS AJUSTES DE LA MAQUINA	1		0:01:15					
52	ARMAR PARTE DELANTERA	2		0:04:30					
53	COLOCAR PARTE DELANTERA	2		0:04:00					
54	TRANSPORTE AL AREA DE MATERIA PRIMA	1	19,5	0:01:46					
55	PEGAR BOTONES	2		0:06:00					

Figura 14 (continuación)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL PANTALÓN COMBAK												
Página 3-3 Diagrama N°:1					Operar.	X	Mater.		Maqui.			
Fecha: 14/04/2021 Método: Actual: <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> Propuesto: _____ Producto: Pantalón Combak Nombre: Grupo 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefanía rojas					RESUMEN					Act.	Pro.	Econ.
					SÍMBOLO	ACTIVIDAD						
						Operación	69				0%	
						Transporte	21				0%	
						Inspección	4				0%	
						Espera	3				0%	
						Almacenaje	2				0%	
Total de Actividades realizadas					99				0%			
Distancia total en metros					116,79				0%			
Tiempo horas/hombre					5:35:05				0%			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo minutos	SÍMBOLOS PROCESOS							
56	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3,1	0:01:07								
57	HACER PARTE POSTERIOR Y SUPERIOR	2		0:08:38								
58	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:01:45								
59	FILETEAR PARTES	2		0:02:08								
60	HACER COTILLA	2		0:01:02								
61	UNIR COTILLA	2		0:01:02								
62	REPISAR COTILLA	2		0:06:048								
63	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:01:45								
64	FILETEAR LOS TIROS	2		0:02:00								
65	REPISAR LOS TIROS	2		0:02:07								
66	HACER LOS PASADORES PARTE TRASERA	4		0:01:38								
67	FIJAR INTERLON (ADHESIVO)	1		0:05:08								
68	COLOCAR MARCA	2		0:02:02								
69	COLOCAR PASADORES	4		0:01:02								
70	REPISAR MARQUILLA	1		0:06:048								
71	HACER PRETINAS DELANTERA Y TRACERA	2		0:02:00								
72	UNIR PARTES	1		0:02:52								
73	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:00:25								
74	FLITEAR PARTES	1		0:01:59								
75	REPISAR PARTES	1		0:06:00								
76	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	1,3	0:01:57								
77	PEGAR BOLSILLOS LATERALES	2		0:10:02								
78	PEGAR TAPA	2		0:03:02								
79	PEGAR BOLSILLO POSTERIOR	2		0:06:048								
80	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:00:50								
81	COLOCAR REFUERZO EN FILETEADORA	2		0:04:00								
82	REPISAR ENTRE PIERNA	1		0:06:07								
83	UNIR ENTRE PIERNA	1		0:03:38								
84	TRANSPORTE A LA MAQUINA OJALADORA	1	2,0	0:01:02								
85	HACER OJAL	2		0:10:10								
86	PRESILLARLO	1		0:05:02								
87	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:00:50								
88	FILETEAR ENTRE PIERNA	1		0:09:02								
89	INSPECCIONAR PARTES	1		0:00:47								
90	HACER DOBLADILLO	2		0:05:048								
91	TRANSPORTE AL AREA DE MATERIA PRIMA	1	3,2	0:01:55								
92	COLOCAR CORDON	2		0:08:00								
93	COLOCAR PASADORES DELANTEROS	1		0:09:07								
94	TRANSPORTE A CONTROL Y CALIDAD	1	19,9	0:03:00								
95	CORTAR HILO	1		0:10:00								
96	VERIFICAR PRENDA	1		0:00:30								
97	TRANSPORTE AL AREA DE PRODUCTO TERMINADO	1	4,7	0:01:25								
98	DOBLAR Y EMPACAR	1		0:03:00								
99	ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO	1		0:01:00								
		h	116,8	5:35:05	horas							

Fuente: Elaboración propia

Figura 15.Cursograma analítico actual del buzo táctico

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL BUZO TÁCTICO										
Página 1 de 2 De: 14/04/2021		Operar. <input checked="" type="checkbox"/>		Mater.	Maqui.					
Proceso:		RESUMEN								
Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: _____ Producto: Buzo táctico Nombre: GRUPO 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
			Operación	33		0%				
			Transporte	9		0%				
			Inspección	2		0%				
			Espera	2		0%				
			Almacenaje	2		0%				
		Total de Actividades realizadas			48		0%			
		Distancia total en metros			113		0%			
		Tiempo horas/hombre			2:38:13		0%			
		NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS			
1	ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	1		0:00:20						
2	PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA	1		0:20:00						
3	TRANSPORTE MATERIA PRIMA A CORTE	1	5,8	0:01:00						
4	DESDOBLAR LA TELA	1		0:15:00						
5	CORTAR TELA	1		0:30:36						
6	TRANSPORTAR TELA A PRODUCCIÓN	1	28,3	0:01:55						
7	HACER FLECHAS	2		0:03:34						
8	HACER EL CUELLO	1		0:01:01						
9	ARMAR CARTERA	2		0:02:50						
10	CIERRE DE COSTURA	2		0:00:39						
11	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3,5	0:00:35						
12	ARMAR TAPAS	2		0:03:56						
13	HACER BOLSILLO	2		0:01:11						
14	COLOCAR VELCRON	2		0:00:20						
15	COLOCAR TAPA	2		0:05:10						
16	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	2	28,9	0:01:00						
17	PEGAR CODERAS IZQ Y DERECHO	2		0:04:34						
18	PEGAR BOLSILLOS CON TAPA EN LA MANGA	2		0:07:00						
19	DOBLADILLO CON MANGA	2		0:00:50						
20	FIJAR FLECHAS CON VELAS	2		0:02:01						
21	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3,9	0:01:01						
22	COLOCAR FALSOS	2		0:02:50						
23	INSPECCIÓN DE COSTURA	1		0:00:39						
24	PEGAR EL FALSO EN LA PARTE DELANTERA	1		0:02:13						
25	TRANSPORTAR A FILETEADORA	1	4,5	0:00:20						

Figura 15 (continuación)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL BUZO TÁCTICO									
Página 2 de 2 De: 14/04/2021		Operar.	<input checked="" type="checkbox"/>	Mater.	<input type="checkbox"/>	Maqui.	<input type="checkbox"/>		
Proceso:		RESUMEN							
Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: <input type="checkbox"/> Producto: Buzo táctico Nombre: GRUPO 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
			Operación	33		0%			
			Transporte	9		0%			
			Inspección	2		0%			
			Espera	2		0%			
			Almacenaje	2		0%			
		Total de Actividades realizadas		48		0%			
		Distancia total en metros		113		0%			
Tiempo horas/hombre		2:38:13		0%					
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
26	DEMORA EN LOS AJUSTES DE LA MAQUINA	1		0:00:54					
27	FILETEAR EL CORTE PAR UNIR	1		0:00:20	●				
28	DESPUNTAR	1		0:00:37	●				
29	CORTA FALSO	2		0:00:07	●				
30	DESPUNTAR CARTERA	2		0:00:35	●				
31	UNIR CUELLO AL CUERPO	1		0:01:44	●				
32	PEGAR CARTERA	1		0:02:30	●				
33	FLETEAR CARTERA	1		0:00:54	●				
34	REPISAR CUELLO	1		0:02:03	●				
35	FIGURADO EN LA CARTERA	1		0:00:46	●				
36	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3,5	0:01:26		●			
37	HACER MANGAS	2		0:03:35	●				
38	UNIR MANGAS	2		0:01:10	●				
39	REPISAR MANGAS	2		0:00:22	●				
40	REPISAR COSTADOS	2		0:01:45	●				
41	REPISAR PUÑOS	2		0:00:32	●				
42	HACER DOBLADILLO	2		0:04:13	●				
43	TRANSPORTAR PRENDA A CONTROL Y CALIDAD	1	29,0	0:01:30		●			
44	VERIFICAR PRENDA	2		0:01:40			●		
45	CORTAR HILO,	10		0:10:00	●				
46	TRANSPORTE AL AREA DE PRODUCTO TERMINADO	1	5,6	0:03:00		●			
47	DOBLA, EMPACAR	1		0:02:55	●				
48	ALMACENAR PRODUCTO TERMINADO	1		0:05:00				●	
		m	113,0	2:38:13					

Fuente: Elaboración propia

6.1.9 Resultados de la encuesta aplicada

En este objetivo también se tuvo en cuenta la opinión de los colaboradores a partir de la aplicación de una encuesta, la cual ofrece un panorama del proceso productivo de la empresa y permite comprender el propósito de la distribución en planta, instrumento diseñado por las autoras. Las preguntas se dirigieron al personal operativo, quienes desde su punto de vista indicaron cómo es la situación actual de la empresa en lo que tiene que ver con el diseño de planta. La determinación del tamaño de la muestra se describe a continuación.

La obtención del tamaño de la muestra depende de los datos con los que se cuente, en este caso en particular, al ser conocerse el número de personas que laboran en la empresa (N=75), se puede decir que se cuenta con un universo finito, considerando este aspecto, se hace uso de la siguiente fórmula propuesta por Murray y Larry [47], donde:

II Estimación muestra

$$n = \frac{NZ^2P(1-P)}{E^2(N-1) + (Z^2 P(1-P))} \quad (\text{Ec.2.})$$

Donde:

Nivel de confianza solicitado (Z): 80% (1,28)

Nivel de error permitido (E): 20,0% (0,2)

Tamaño de la Población (N): 75

Probabilidad de que ocurra (P): 50,0% (0,5)

Probabilidad de que no ocurra (1-P): 50,0% (0,5)

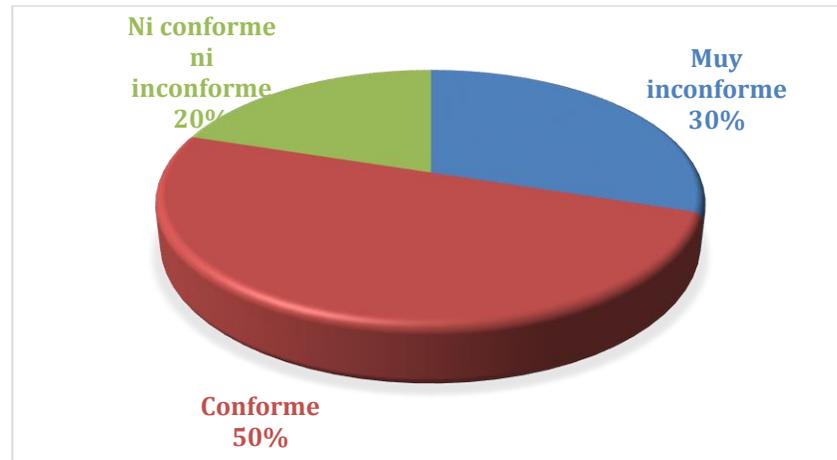
$$n = \frac{(75)(1,28)^2(0,5)(1 - 0,5)}{(0,2)^2(75 - 1) + ((1,28)^2 (0,5)(1 - 0,5))}$$

$$n = \frac{30,72}{3,08}$$

$$n = 10$$

$$70$$

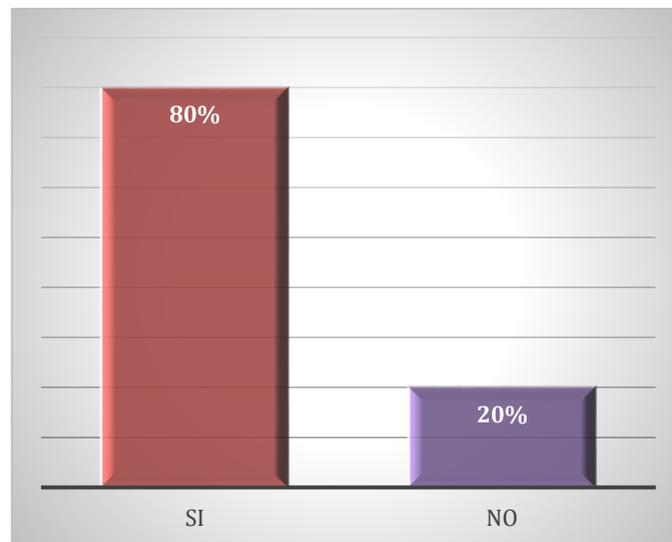
Figura 16. Conformidad con el entorno de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 16, la mitad de los colaboradores se encuentran conformes con el entorno de trabajo que los rodea, sólo un 30% indica inconformidad.

Figura 17. Cuenta con los equipos y herramientas necesarias

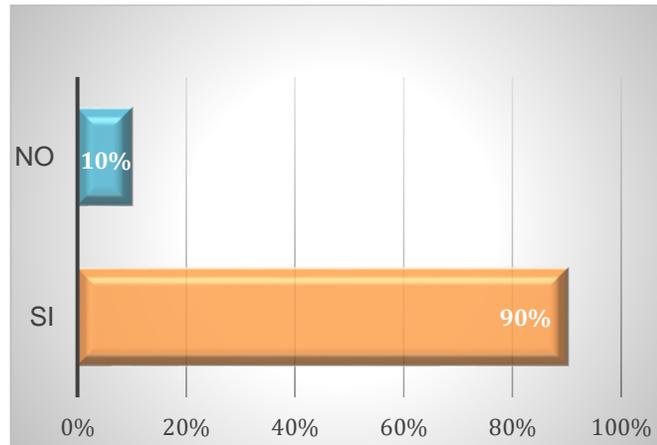


Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura anterior, el 80% de los trabajadores considera que tiene los equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo sus labores dentro del área de

producción. Estos resultados verifican que la inversión en estos componentes no es necesaria.

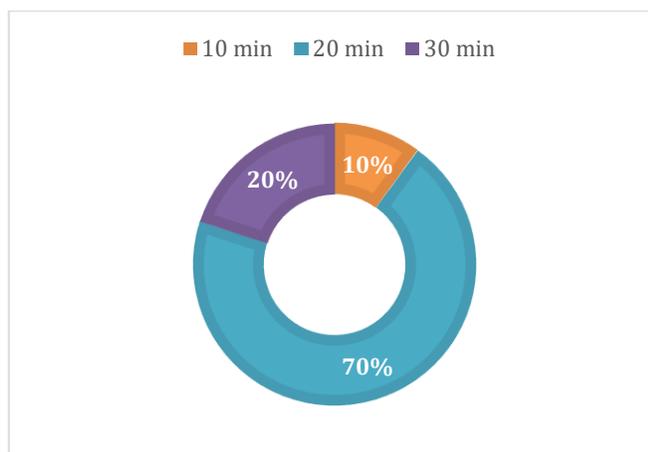
Figura 18.Equipos y herramientas adecuadas



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura anterior, el 90% de los trabajadores considera que la empresa les ha proporcionado los equipos y herramientas adecuados para llevar a cabo sus labores dentro del área de producción. En conformidad con el ítem anterior, verifica que en este ámbito la empresa ha hecho una apropiada inversión.

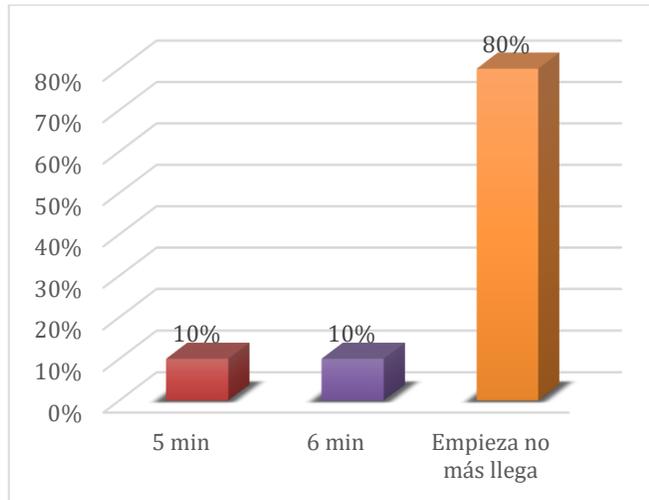
Figura 19.Tiempo de descanso



Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los colaboradores gastan veinte minutos de descanso diarios fuera de la hora del almuerzo.

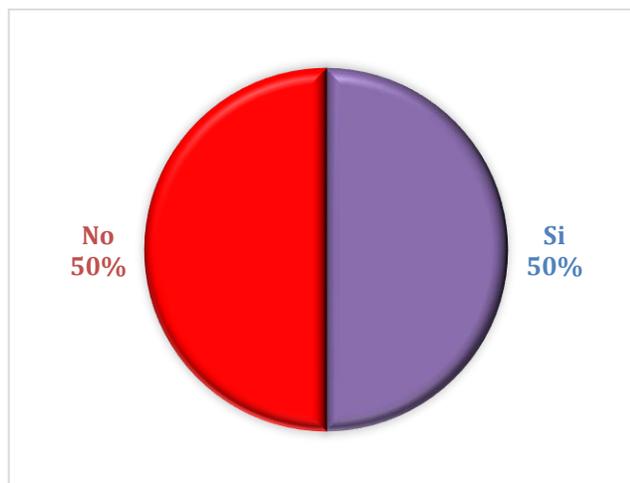
Figura 20. Tiempo de que demora en empezar labores



Fuente: Elaboración propia

La figura muestra que los trabajadores se demoran 6 minutos o menos en actividades como cambio de ropa y organización del lugar de trabajo para dar inicio a sus actividades laborales.

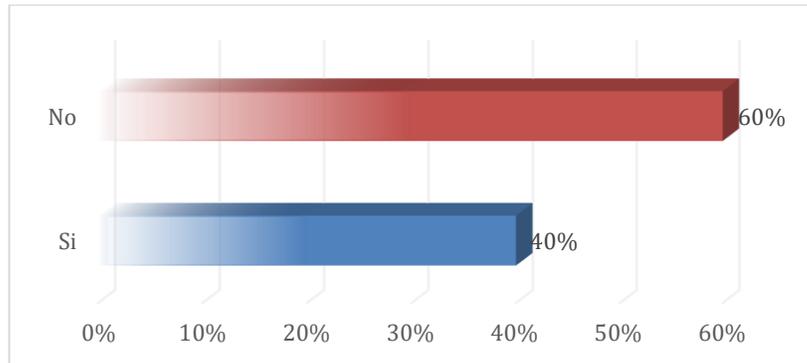
Figura 21. Distribución correcta del área de trabajo



Fuente: Elaboración propia

La opinión acerca de la distribución correcta del lugar de trabajo se muestra dividida, 50% indica que sí, el otro 50% que no.

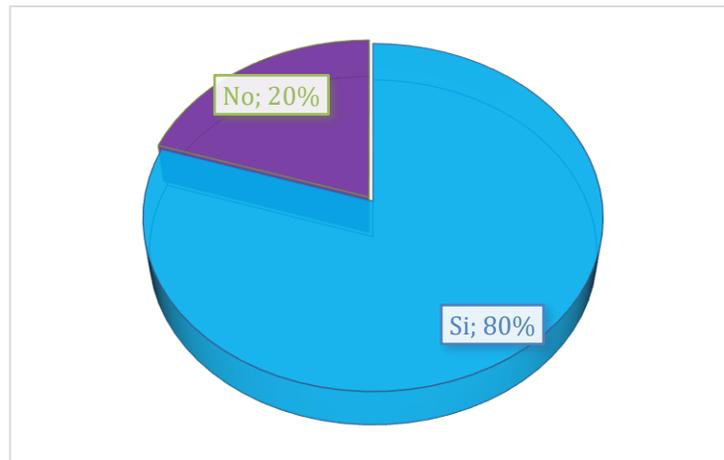
Figura 22.Distribución del área de trabajo y eficiencia de la labor



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a esta pregunta, el 60% de los trabajadores afirma que la distribución actual del área de trabajo no le permite llevar a cabo sus actividades laborales de forma eficiente.

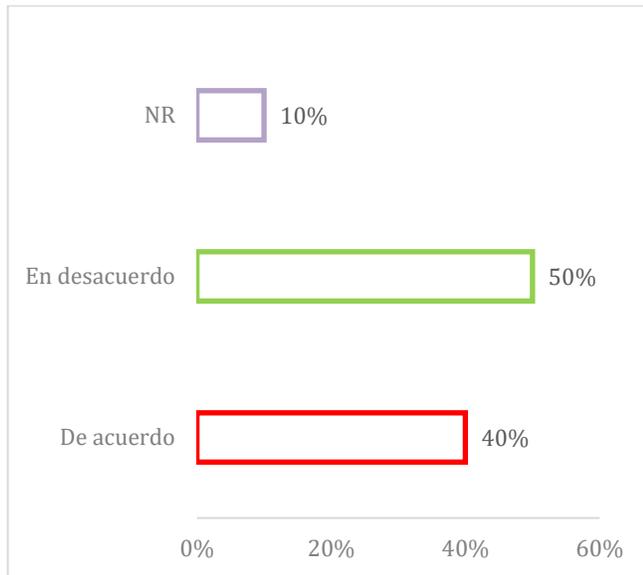
Figura 23.Puesto de trabajo y desarrollo de habilidades



Fuente: Elaboración propia

Para el 80% de los colaboradores, el lugar de trabajo actual no es el más adecuado para desarrollar en pleno sus habilidades.

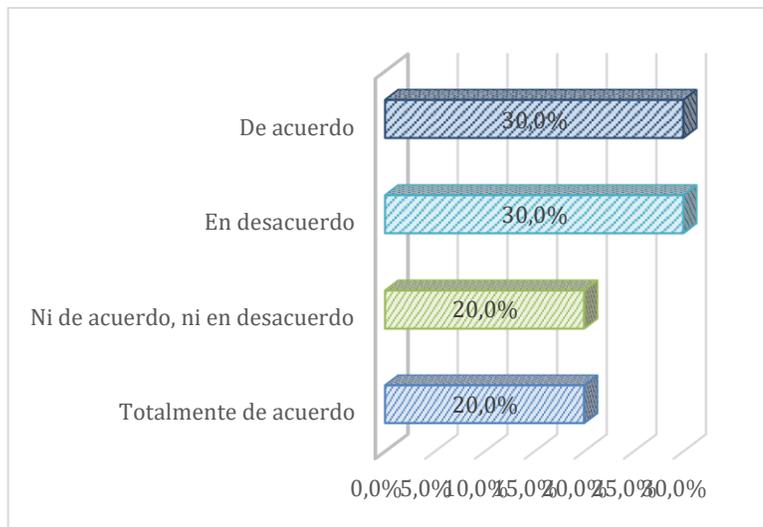
Figura 24. División de las áreas de trabajo adecuada



Fuente: Elaboración propia

Aunque el 40% de los trabajadores está de acuerdo con que la división actual de las áreas de trabajo es la adecuada, el 50% de ellos se encuentra en desacuerdo, opinión que se debe tener en cuenta.

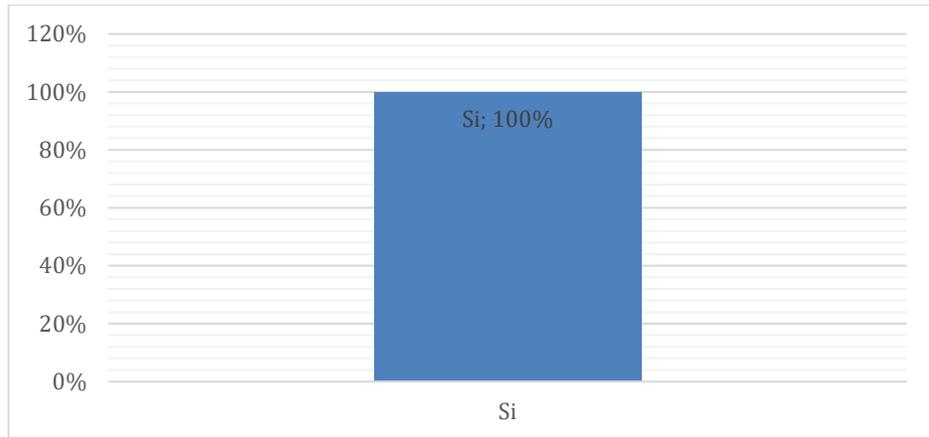
Figura 25. Actividades congruentes al puesto de trabajo



Fuente: Elaboración propia

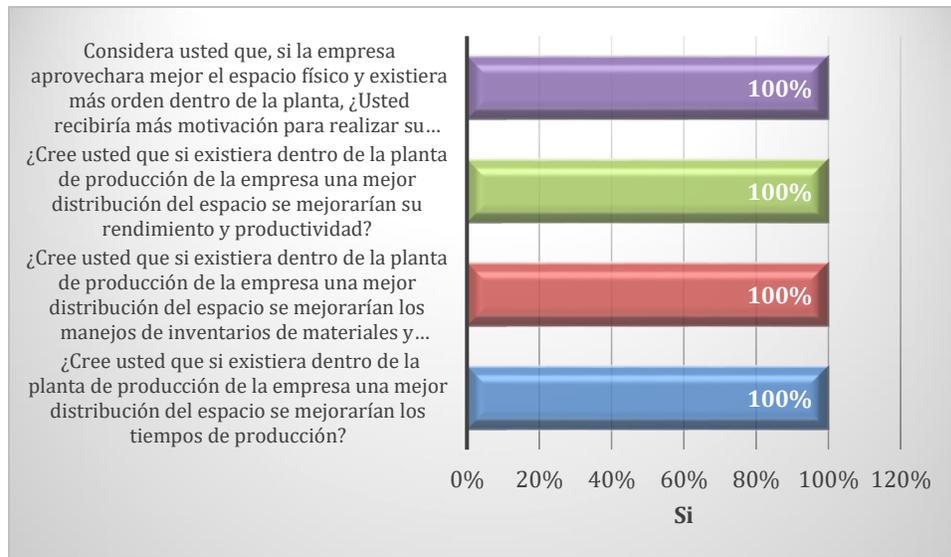
Para el 50% de los colaboradores, las actividades que realiza son congruentes con las designadas para su puesto de trabajo.

Figura 26.Mejoramamiento de la distribución de planta



Fuente: Elaboración propia

Figure 27.Opinión sobre la distribución en planta



Fuente: Elaboración propia

Todos los operarios tienen una opinión positiva de la distribución en planta, el 100% indica que estará más motivado para realizar su trabajo, también que mejoraría su

rendimiento y productividad, los manejos de inventarios, materiales y productos en proceso y los tiempos de producción.

6.1.10 Estudio de tiempos

En este apartado se presenta el análisis de tiempo en el área de producción para la elaboración de las prendas pantalón combak y buzo táctico.

La toma de tiempo se llevó a cabo usando un cronometro de vuelta a cero, en este sentido, la duración de cada actividad que se lleva a cabo durante el proceso productivo se hace a partir de cero, siguiendo la metodología propuesta por Kanawaty para la OIT, la cual enfatiza que “la más corriente son las 100-133, la 60-80, la 75-1000 y la norma británica que es la más recomendada y viene a ser una variante de la 75-100” [48], como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7. Escala de trabajo

			Escala de trabajo
75%-100%	100%-133%	Con un incremento de 5 puntos	75% y 135%

Fuente: G. Kanawaty, 1996, p. 312

Según Kanawaty, “la cifra 100 representa el desempeño optimo o valor tipo, si el analista opina que la operación se está realizando a una velocidad inferior a la que en su concepto es la norma, aplicara un factor superior a 100, digamos 110, 115 o 120. Si en cambio, opina que el ritmo efectivo de trabajo es superior a la norma, aplicaría un factor inferior, digamos 90 o 75” (p. 318).

El valor tipo es un parámetro o punto de partida que indica el tiempo ideal, este se puede identificar por una moda en los tiempos cronometrados (el tiempo que más se repite), o en su defecto la media de todos los tiempos, al valor tipo siempre se le asigna un % de valoración del 100%.

Por su parte, los suplementos entendidos como el tiempo que se otorga al operario para subsanar retrasos dentro de una tarea, para su cálculo se sigue la metodología propuesta por Kanawaty[48], expresada en la siguiente tabla.

Tabla 8. Calculo de tiempos suplementarios.

Calculo de tiempos suplementarios		
Por Fatiga Constantes		
Necesidad personal	6%	10,0%
Fatiga	4,0%	
Por fatiga variables		
Concentración	5,0%	16,0%
Mala iluminación	2,0%	
Ruido	5,0%	
Tensión mental	4%	
Suma total		26,0%

Fuente: G. Kanawaty, 1996, p. 335

6.1.10.1 Modelo para el cálculo de la USP del pantalón combak militar y el buzo táctico (unidad estándar de producción)

El tiempo estándar es el término más utilizado en la ingeniería industrial con el propósito de Gestión del Trabajo. El tiempo estándar implica un trabajo promedio para trabajar a un ritmo normal y completar las tareas específicas utilizando un método prescrito. Se representa con la unidad de medida denominada USP (Unidad Estándar de Producción), que contiene todas la variables y elementos que registrados de forma técnica y científica determinan el tiempo de operación de un proceso o producto [49]. En el anexo 3 y 4 se muestran las estimaciones de la USP del pantalón combak militar y el buzo táctico respectivamente.

De acuerdo a la tabla 6, el tiempo que tarda un operario en fabricar un pantalón combak es de 5:03:57 horas. De este modo, se producirían 2 pantalones por día por cada operario, contando con 15 operarios la empresa fabricaría por día 26 pantalones militares y en el mes un total de 624 unidades.

Tabla 9. USP total pantalón combak

USP TOTAL	
5:03:47	
Horas del turno	8
Pantalones por día	2
Pantalones por día x operarios	24
Cantidad pantalones *26 días	624

Fuente: Elaboración propia

En el resumen de USP total se observa un porcentaje de participación en tiempos por cada hora, evidenciando que la tarea de corte con un 13% y preparación de tela con un 9%, requieren un prolongado tiempo para la realización de estas actividades (Tabla 10).

Tabla 10. Resumen USP total pantalón combak

Resumen USP Total Horas		
Elemento	Tiempo/min	% Particip.
1	0:26:44	9%
2	0:39:07	13%
3	0:16:35	5%
4	0:07:05	2%
5	0:15:46	5%
6	0:12:10	4%
7	0:25:41	8%
8	0:03:08	1%
9	0:14:30	5%
10	0:07:07	2%
11	0:19:26	6%
12	0:15:32	5%
13	0:07:08	2%
14	0:09:46	3%
15	0:10:57	4%
16	0:10:18	3%
17	0:03:38	1%
18	0:04:29	1%
19	0:08:46	3%
20	0:06:27	2%
21	0:10:18	3%
22	0:09:46	3%
23	0:14:38	5%
24	0:04:53	2%
TOTAL	5:03:57	100%

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al buzo táctico, el siguiente cuadro se muestra que el tiempo que tarda un operario en fabricarlo es de 2:56:11 horas, de este modo, se producirían 3.15 buzos por día por cada operario, contando con 15 operarios la empresa fabricaría por día 47.24 buzos tácticos y en el mes un total de 1219 unidades (Tabla 11).

Tabla 11. USP total buzo táctico

USP TOTAL	
2:56:11	
Horas del turno	8
Buzos por día	3.15
Buzos por día x operarios	47.24
Cantidad buzos *24 días	1219

Fuente: Elaboración propia

En el resumen de USP total se observa un porcentaje de participación en tiempos por cada hora, evidenciando que la tarea de corte con un 23% y hacer bolsillo de manga con un 21%, requieren un prolongado tiempo para la realización de estas actividades (Tabla 12).

Tabla 12. Resumen USP total buzo táctico

Resumen USP Total Horas		
Elemento	Tiempo/min	% Particip.
1	0:28:10	16%
2	0:39:12	23%
3	0:07:05	4%
4	0:36:13	21%
5	0:06:02	3%
6	0:06:04	3%
7	0:07:46	4%
8	0:06:33	4%
9	0:03:33	2%
10	0:13:57	8%
11	0:00:49	0%
12	0:00:18	0%
13	0:13:35	8%
14	0:04:48	3%
TOTAL	2:54:04	100%

Fuente: Elaboración propia

6.1.11 Capacidad de producción

La capacidad productiva para el pantalón combak y el buzo táctico se resumen en la tabla 13 y 14 respectivamente.

Tabla 13. Resumen capacidad de producción pantalón combak

CAPACIDAD INSTALADA					Horas	Unidades
Días/T	Hr/turno	Ope-MOD	Turno	USP/h	3120	624
26	8	15	1	5		
CAPACIDAD TEÓRICA					Horas	Unidades
Días/T	Hr/turno	Ope-MOD	Turno	USP/h	3510	702
26	8	15	1	5		
CAPACIDAD REAL					Horas	Unidades
Días/T	Hr/turno	Ope-MOD	Turno	USP/h	2597	519,48
26	8	15	1	5		

Fuente: Elaboración propia

La capacidad instalada para la producción del pantalón combak corresponde a 624 unidades, la capacidad teórica es de 702 unidades y la real de 519, 4 unidades.

Tabla 14. Resumen capacidad de producción buzo táctico

CAPACIDAD INSTALADA					Horas	Unidades
Días/T	Hr/turno	Ope-MOD	Turno	USP/h	3120	1219
26	8	15	1	2,56		
CAPACIDAD TEÓRICA					Horas	Unidades
Días/T	Hr/turno	Ope-MOD	Turno	USP/h	3510	1371
26	9	15	1	2,56		
CAPACIDAD REAL					Horas	Unidades
Días/T	Hr/turno	Ope-MOD	Turno	USP/h	3510	1371
26	9	15	1	2,56		

Fuente: Elaboración propia

La capacidad instalada para la producción del buzo táctico corresponde a 1219 unidades, la capacidad teórica es de 1371 unidades que coincide con la real.

Tabla 15. Resumen capacidad de equipos

Tipo de maquinaria	Cantidad
Maquina plana	10
Fileteadora	2
Hiladoras doble aguja	1
Ojaladora	1
Botonadora	1
Presilladora	1

Fuente: Elaboración propia

La tabla 15 describe los equipos que hacen parte del proceso productivo para la fabricación del pantalón combak y el buzo táctico. Las máquinas planas para el ensamblaje de las piezas son la principal herramienta del proceso, para lo cual la empresa cuenta con 10 unidades; para el remate del borde del tejido se cuenta con dos fileteadoras. Se cuenta con una unidad de cada máquina para asegurar las costuras de las prendas, abrir orificios y pegar botones.

6.2 Propuesta de diseños de distribución en planta identificando oportunidades de mejora que optimicen el proceso productivo de la empresa mediante la metodología de Planificación Sistemática Layout – SLP

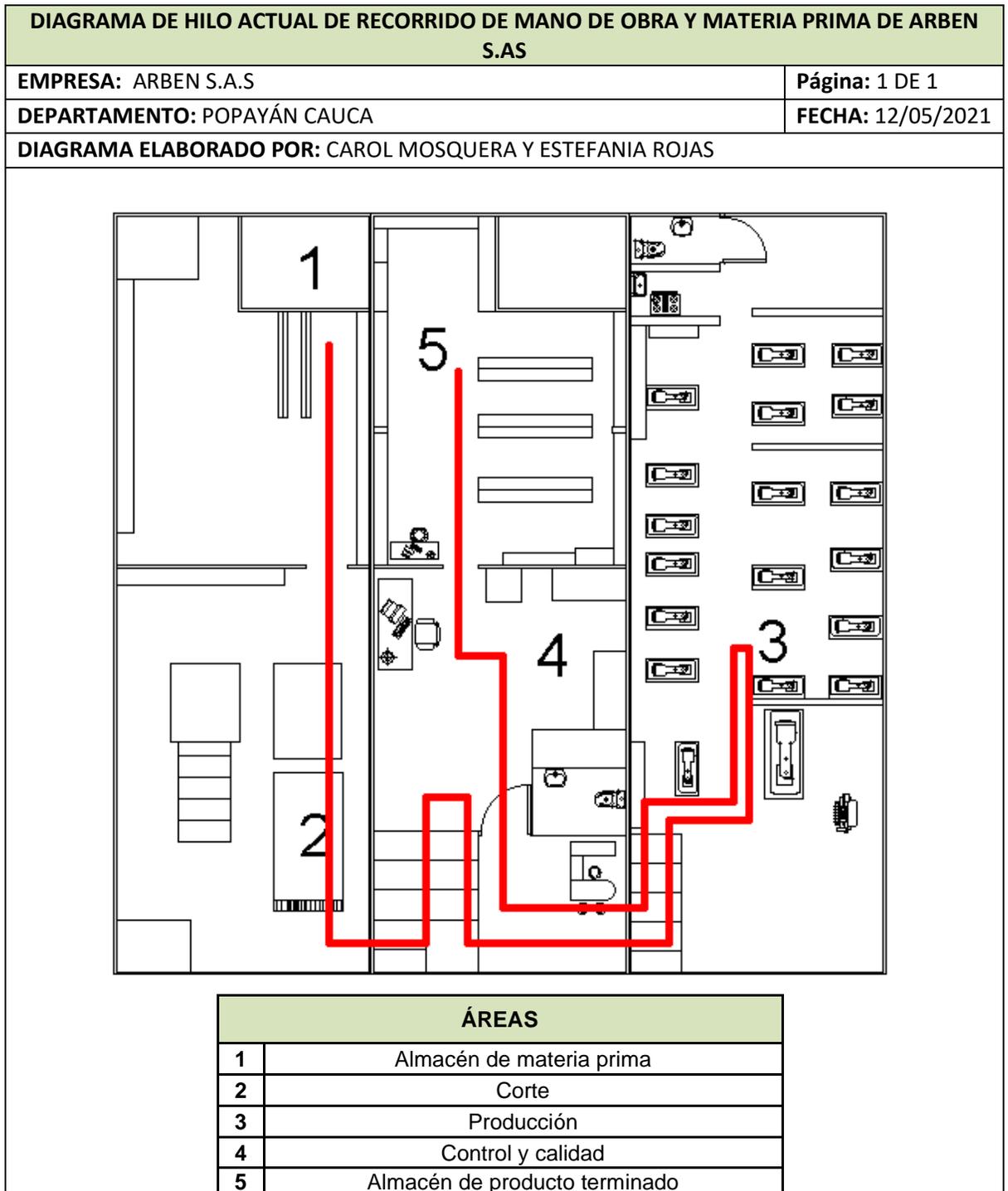
6.2.1 Análisis del recorrido de los productos

Para este análisis se elabora el diagrama de hilo actual, el cual, a partir de la información del proceso de producción, sigue y mide el trayecto de los trabajadores, materiales o equipos durante una sucesión determinada, ayudando a detallar la trayectoria del movimiento de materiales [50].

De esta manera, la figura 28 muestra el diagrama de hilo actual de la empresa ARBEN, en el esquema se puede observar que los recorridos de la materia prima y la mano de obra tienen trayectos extensos que ocasionan demoras en el proceso.

De manera particular, la distancia entre el almacén de materia prima y producción resulta extensa al ubicarse en niveles diferentes. Esta situación es similar las áreas de corte y producción.

Figura 28.Diagrama de hilo actual mano de obra y materia prima



Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Aplicación de la Metodología Planificación Sistemática Layout -SLP

La aplicación de la metodología de Planificación Sistemática Layout – SLP se asienta sobre la base de la información de cada área y proceso que interviene en la producción del pantalón combak y buzo táctico. En este sentido, el diagrama de la relación de actividades SLP, permite observar de manera gráfica todas las áreas y actividades en estudio considerando su calificación o valoración de relación entre ellas, aclarando que dicha valoración fue concertada junto con el administrador de la empresa.

Para su elaboración, en primer lugar, se enumeraron cada una de las áreas o secciones que intervienen en el proceso de producción de la empresa ARBEN S.A.S permitiendo identificar la importancia de un área con otra, como se muestra a continuación.

Tabla 16. Áreas de la empresa ARBEN S.A.S

Áreas	
1	Almacén de materia prima
2	Corte
3	Producción
4	Control y calidad
5	Almacén de producto terminado

Fuente: Elaboración propia

Esta información se consigna en la parte izquierda del gráfico de relación, el cual se representa por un triángulo invertido de doble entrada, como se muestra en la figura 29.

Posteriormente, la metodología SLP sugiere la intervención de las tablas de códigos y colores de cercanía para reflejar la importancia de cada relación [51]. Los códigos y colores se muestran en la tabla 17:

Tabla 17. Códigos y color de cercanía metodología SLP

CODIGO	DEFINICION	COLOR
A	ABSOLUTAMENTE NECESARIO	ROJO
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE	AMARILLO
I	IMPORTANTE	VERDE
O	ORDINARIAMENTE IMPORTANTE	GRIS
U	SIN IMPORTANCIA	BLANCO

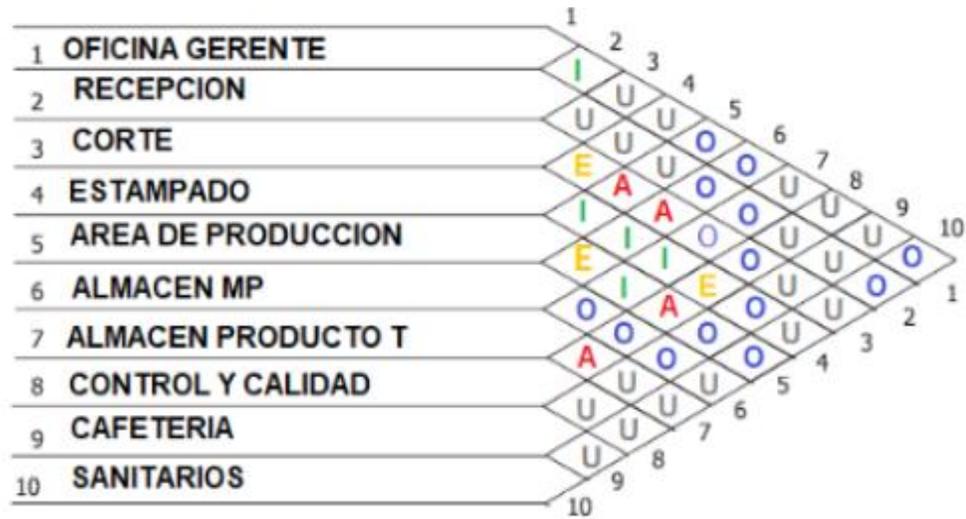
Fuente: Meyers y Stephens. 2006, p. 181 [51]

De esta forma, en cada rombo resultante en el triángulo se registra la letra que corresponde a la cercanía según la relación de cada área. De acuerdo con Meyers y Stephens: “el código A debe restringirse al movimiento de cantidades masivas de material entre áreas o departamentos. Los códigos I y O se usan si se desea algún nivel de importancia, pero dichos códigos no son tan útiles como los otros. No es buena idea omitirlos, al menos en los primeros diseños de distribuciones. El código U es útil porque informa que no se necesita actividad o interfaz entre dos departamentos. Éstos pueden colocarse lejos uno del otro. Los códigos X son tan importantes como los A, pero por la razón opuesta. Por ejemplo, si el departamento de pintura se localiza junto al de soldadura es posible que ocurra una explosión” [51].

Considerando lo argumentado por estos autores, se llevó a cabo el análisis entre las áreas de ARBEN S.A.S haciendo hincapié en la cercanía que debería existir entre cada una de ellas y la razón por la cual convendría ubicarse de manera contigua en la distribución de planta. Como se mencionó, este análisis fue multicriterio, considerando la opinión del administrador de la empresa y las dos investigadoras, donde se examinó cada una de las áreas de la empresa y su intervención en la producción del pantalón combak y buzo táctico.

Como resultado final, se obtiene la matriz que se muestra a continuación, completamente registrada de acuerdo al análisis realizado para su desarrollo, dando como resultado final el siguiente diagrama SLP (Figura 29).

Figura 29.Diagrama SLP pantalón combak y buzo táctico



Fuente: Autores

6.2.3 Aplicación del software CORELAP

Se trata de una técnica tradicional utilizada en la construcción de distribuciones es el “Computarized Relationship Layout Planning” CORELAP Este método introduce secuencialmente las actividades en la distribución. El criterio para establecer la ubicación adecuada de cada una de las actividades se basa en el índice de proximidad TCR (Total Closeness Rating), que es la suma de todos los valores numéricos asignados a las relaciones de proximidad del diagrama relacional de actividades (A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1); el método empieza situando en el centro de la distribución la zona que está más interrelacionada con el resto y que, por lo tanto, tiene una mayor puntuación[52]. En esta metodología se ubican los departamentos de acuerdo con la calificación de cercanía total representada en trayectoria rectilínea, siendo el de mayor relación de cercanía situado en el centro de la disposición y como regla de desempate siempre se selecciona el departamento de área más grande [53].

El algoritmo fue introducido por Robert C. Lee y Moore en 1967 con la base de la planificación sistemática del diseño (SLP) de Muther. El procedimiento hay tres pasos que son: el análisis del problema, la etapa de búsqueda y la etapa de selección. Los datos de entrada del algoritmo incluyen: (a) un gráfico de relaciones, (b) el área de cada departamento, (c) el número de departamentos, (d) la calificación

de cercanía. El paso inicial de CORELAP es calcular el índice de cercanía total (TCR) de cada departamento. La instalación TCR 1 es la suma de los valores numéricos que establecen la relación entre las instalaciones. Estos valores se obtienen del diagrama de relaciones mostrado por el grado de proximidad: A (dado un valor de 5), E (dado un valor de 4), I (dado un valor de 3), O (clasificado como 2), U (dado el valor 1), X (dado el valor 0). CORELAP es también un algoritmo de construcción en el que la relación de actividad es una consideración importante. Está diseñado para adaptarse a situaciones en las que las condiciones en constante cambio prohíben la recopilación de datos numéricos precisos [54].

A partir de esta definición, se desarrolla la aplicación de la metodología atendiendo a una serie de pasos. Una vez instalado CORELAP, se procede a crear un nuevo proyecto, en el cual se introducen los datos de la distribución en planta que se quiere resolver, en este caso, para la empresa ARBEN S.A.S. Así, se obtiene la pantalla que se muestra en la figura 30.

Figura 30. Pantalla de planteamiento



Fuente: Autores con apoyo de herramienta Corelap

En este espacio se registra la cantidad de áreas o secciones que intervienen en la fabricación del pantalón combak y el buzo táctico, estimadas de manera manual y posteriormente por AutoCAD, arrojando un total de 10. Al pulsar el continuar, la pantalla siguiente solicita introducir el tamaño en metros cuadrados de las áreas y de la superficie total disponible de la planta de la empresa. Además, se define el valor de las constantes con las que se va a ponderar la relación entre cada dos áreas. Entre más alto sea el valor que se asigna a la constante, el algoritmo tomará como importante la relación entre las dos áreas (es decir que estén juntos). Ocurre lo contrario con los valores pequeños. Estos valores son producto del análisis multicriterio expresado en la construcción del diagrama SLP. El resultado de este paso se muestra en la figura 31.

Figura 31. Numero de departamentos

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Oficina general	11
2	Recepción	10
3	Corte	55
4	Estampado	36
5	Producción	52
6	Materia prima	44
7	Producto terminado	44
8	Control de calidad	27
9	Cafetería	4
10	Sanitarios	2

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	<input type="text" value="6"/>
E =	<input type="text" value="5"/>
I =	<input type="text" value="4"/>
O =	<input type="text" value="3"/>
U =	<input type="text" value="2"/>
X =	<input type="text" value="1"/>

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Fuente: Autores con apoyo de herramienta Corelap

Una vez introducidos los datos y presionado continuar, aparece en la pantalla una matriz simétrica, similar a la SLP del apartado anterior, en la que se puede visualizar el valor que se ha asignado a cada constante. El resultado de este paso se muestra en la figura 32.

Figura 32.Tabla de relación entre áreas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		I	U	U	O	O	U	U	U	O
2			U	U	U	O	O	U	U	O
3				E	A	A	O	O	U	U
4					A	I	I	E	O	U
5						A	I	A	O	O
6							O	O	O	U
7								A	U	U
8									U	U
9										U
10										

Fuente: Autores con apoyo de herramienta Corelap

Pulsando el botón seguir de la pantalla anterior, se obtiene una tabla titulada ordenación de los departamentos por importancia, en ella se muestra tal relevancia de las áreas en función de la relación con todas las demás siguiendo los criterios

que han sido introducidos. Este orden de importancia se expresa por el “ratio total de proximidad” TCR (total closeness rating). El resultado de este paso se muestra en la figura 33.

Figura 33. Resultados de la ordenación por áreas

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA			
Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Producción	39	52
2.-	Materia prima	33	44
3.-	Estampado	33	36
4.-	Corte	31	55
5.-	Control de calidad	31	27
6.-	Producto terminado	29	44
7.-	Oficina general	23	11
8.-	Recepción	23	10
9.-	Cafetería	21	4
10.-	Sanitarios	21	2

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida: 285

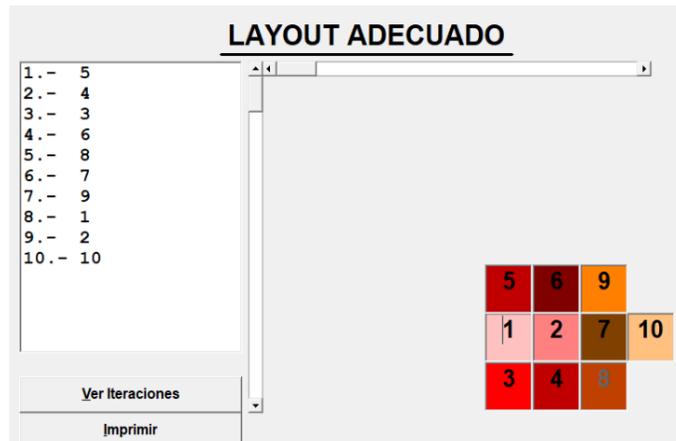
Superficie Disponible: 318,6

Fuente: Autores con apoyo de herramienta Corelap

La figura anterior pone en evidencia que, si hay varias áreas con el mismo valor de TCR, tiene más preferencia el que muestra mayor dimensión, como se observa con el área de producto terminado (PT) y control de calidad, en ambas áreas el TCR es 33, pero primero se encuentra ubicado producto terminado que ocupa un área de 44 m². También se aprecia que en azul se indica el área de superficie disponible y en rojo el de superficie requerida, indicando que esta última es menor.

Por otro lado, en la pantalla anterior, al pulsar el botón Solución Gráfica, se llega a la pantalla de Layout adecuado, que muestra la solución gráfica del caso propuesto para la producción del pantalón combak y el buzo táctico en la empresa ARBEN S.A.S (Figura 34).

Figura 34.Layout adecuado ARBEN S.A.S

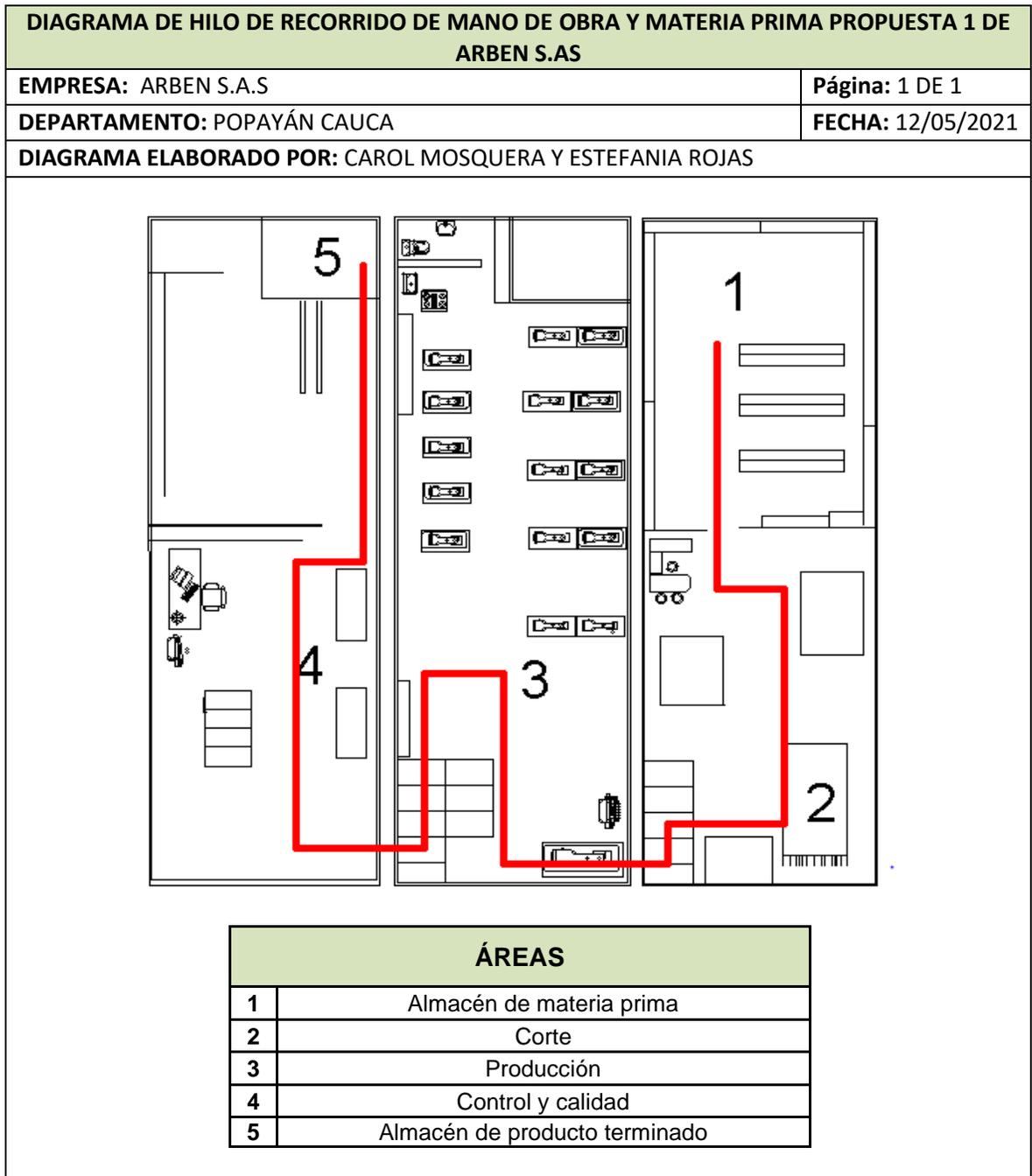


Fuente: Autores con apoyo de herramienta Corelap

6.2.4 Análisis de las propuestas de distribución en planta

El diagrama de hilo de la propuesta 1 muestra un recorrido más fluido entre el almacén de materia prima, el área de corte y el área de producción favoreciendo distancias más cortas para el tránsito del personal, equipos e insumos (Figura 35).

Figure 35.Diagrama de hilo propuesta 1 distribución en planta



Fuente: Elaboración propia

De otro lado, con esta propuesta, el cursograma analítico para la fabricación del pantalón combak presenta una disminución en las actividades de transporte del 10% (pasan de 21 a 19), de inspección del 50% (pasan de 4 a 2), de espera del 33% (pasan de 3 a 2), mientras que el almacenaje se mantiene. El total de actividades realizadas se reduce de 99 a 94 (5%), no obstante, el cambio más notorio se evidencia en la distancia total en metros que pasa de 116 metros a 71 metros equivalente al 39%, aunque el tiempo en horas/hombre indica una reducción del 2% pasando de 5 horas 33 minutos a 5 horas 25 minutos (Figura 36).

Figura 36.Cursograma analítico propuesta 1 del pantalón combak

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL PANTALÓN COMBAK										
Página de 1-3 Diagrama N°: 1		Operar.	<input checked="" type="checkbox"/>	Mater.	<input type="checkbox"/>	Maqui.	<input type="checkbox"/>			
		RESUMEN								
Fecha: 14/04/2021 Método: Actual: ____ Propuesto 1: __x__ Producto: Pantalón Combak Nombre : Grupo 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
			Operación	69	69	0%				
			Transporte	21	19	-10%				
			Inspección	4	2	-50%				
			Espera	3	2	-33%				
			Almacenaje	2	2	0%				
		Total de Actividades realizadas			99	94	-5%			
Distancia total en metros			116,79	71	-39%					
Tiempo horas/hombre			5:33:15	5:25:19	-2%					
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
1	ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	1		0:01:00						
2	PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA	1		0:20:00						
3	TRANSPORTE MATERIA PRIMA A CORTE	1	3	0:01:00						
4	DESDOBLAR TELA	1		0:04:00						
5	CORTAR TELA	25		0:30:35						
6	TRANSPORTAR TELA A PRODUCCIÓN	1	20,5	0:00:45						
7	HACER TAPA POSTERIOR	2		0:01:00						
8	CIERRA TAPA POSTERIOR	2		0:03:03						
9	PIQUETEAR TAPA POSTERIOR	2		0:02:02						
10	REPISAR TAPA POSTERIOR	2		0:03:54						
11	COLOCAR VELCRO	2		0:02:14						
12	PEGAR VELCRO	2		0:01:05						
13	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	2,5	0:01:00						
14	HACER TAPA LATERAL	2		0:01:29						
15	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:00:40						
16	DEMORA EN LOS AJUSTES DE LA MAQUINA	1		0:01:00						
17	FILETEAR TAPA LATERAL	2		0:04:50						
18	PIQUETEAR TAPA LATERAL	2		0:04:19						
19	PEGAR TAPA LATERAL	2		0:05:36						
20	REPISAR TAPA LATERAL	2		0:02:52						
21	VERIFICAR TAPA LATERAL			0:00:25						
22	COLOCAR Y PEGAR VELCRO	2		0:10:56						
23	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	1,5	0:01:00						
24	HACER BOLSILLO LATERAL	2		0:01:48						
25	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	2,0	0:00:38						

Figura 36 (continuación)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL PANTALÓN COMBAK									
Página de 2-3 Diagrama N°: 1		Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>							
Fecha: 14/04/2021 Método: Actual: ____ Propuesto 1: __x__ Producto: Pantalón Combak Nombre : Grupo 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		RESUMEN							
		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
			Operación	69	69	0%			
			Transporte	21	19	-10%			
			Inspección	4	2	-50%			
			Espera	3	2	-33%			
			Almacenaje	2	2	0%			
Total de Actividades realizadas		99	94	-5%					
Distancia total en metros		116,79	71	-39%					
Tiempo horas/hombre		5:33:15	5:25:19	-2%					
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
26	FILETEAR BOLSILLO LATERAL	2		0:01:32	●				
27	REPISAR BOLSILLO LATERAL	2		0:01:10	●				
28	COLOCAR BOLSILLO LATERAL	2		0:01:19	●				
29	COLOCAR Y PEGAR VELCRO	2		0:01:00	●				
30	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	2	0:00:45		●			
31	HACER RODILLERA	2		0:05:26	●				
32	REPISAR RODILLERA	2		0:01:00	●				
33	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	1,3	0:01:26		●			
34	PEGAR RODILLERA EN EL DELANTERO	1		0:01:11	●				
35	HACER BOLSILLO DELANTERO	2		0:01:45	●				
36	COLOCAR FORRO Y FALSO	2		0:08:26	●				
37	HACER BOLSILLO RIVETE	2		0:06:49	●				
38	COLOCAR FALSO	2		0:03:10	●				
39	COLOCAR TAPA	2		0:04:30	●				
40	COLOCAR VELCRO	2		0:02:11	●				
41	FIJAR EXTREMOS	2		0:04:12	●				
42	REPISAR BORDES Y FALSO	2		0:04:34	●				
43	INSPECCIONAR LOS BORDES			0:00:15			●		
44	PEGAR REFUERZO POSTERIOR	2		0:02:19	●				
45	PEGAR COTILLA	2		0:02:03	●				
46	HACER EL ALETILLON	2		0:03:48	●				
47	CERRAR Y REPISAR ALETILLON	2		0:02:37	●				
48	CIERRE DE COSTURA	2		0:01:50	●				
49	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,6	0:01:45		●			
50	FILETEAR COSTURA	2		0:04:56	●				
51	ARMAR PARTE DELANTERA	2		0:04:30	●				
52	COLOCAR PARTE DELANTERA	2		0:04:00	●				
53	PEGAR BOTONES	2		0:06:00	●				
54	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	2,5	0:01:07		●			
55	HACER PARTE POSTERIOR Y SUPERIOR	2		0:08:38	●				
56	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	2,0	0:01:45		●			
57	FILETEAR PARTES	1		0:02:08	●				
58	HACER COTILLA	2		0:01:02	●				
59	UNIR COTILLA	2		0:01:02	●				
60	REPISAR COTILLA	2		0:06:048	●				

Figura 36 (continuación)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL PANTALÓN COMBAK										
Página de 3-3 Diagrama N°: 1			Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>							
Fecha: 14/04/2021 Método: Actual: ___ Propuesto 1: ___x___ Producto: Pantalón Combak Nombre : Grupo 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		RESUMEN								
		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
			Operación	69	69	0%				
			Transporte	21	19	-10%				
			Inspección	4	2	-50%				
			Espera	3	2	-33%				
			Almacenaje	2	2	0%				
Total de Actividades realizadas			99	94	-5%					
Distancia total en metros			116,79	71	-39%					
Tiempo horas/hombre			5:33:15	5:25:19	-2%					
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
61	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:01:45						
62	FILETEAR LOS TIROS	2		0:02:00						
63	REPISAR LOS TIROS	2		0:02:07						
64	HACER LOS PASADORES PARTE TRASERA	4		0:01:38						
65	FIJAR INTERLON (ADHESIVO)	1		0:05:08						
66	COLOCAR MARCA	2		0:02:02						
67	COLOCAR PASADORES	4		0:01:02						
68	REPISAR MARQUILLA	1		0:06:048						
69	HACER PRETINAS DELANTERA Y TRACERA	2		0:02:00						
70	UNIR PARTES	1		0:02:52						
71	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:00:22						
72	FILETEAR PARTES	1		0:01:59						
73	REPISAR PARTES	1		0:06:00						
74	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	2,5	0:01:57						
75	PEGAR BOLSILLOS LATERALES	2		0:10:02						
76	PEGAR TAPA	2		0:03:02						
77	PEGAR BOLSILLO POSTERIOR	2		0:06:048						
78	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	3,0	0:00:50						
79	COLOCAR REFUERZO EN FILETEADORA	2		0:04:00						
80	REPISAR ENTRE PIERNA	1		0:06:07						
81	UNIR ENTRE PIERNA	1		0:03:38						
82	TRANSPORTE A LA MAQUINA OJALADORA	1	5,1	0:01:02						
83	HACER OJAL	2		0:10:10						
84	PRESILLAR OJAL	1		0:05:02						
85	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	1,3	0:00:50						
86	FLITEAR ENTRE PIERNA	1		0:09:02						
87	INSPECCIONAR PARTES	1		0:00:47						
88	HACER DOBLADILLO	2		0:05:048						
89	COLOCAR CORDON	2		0:08:00						
90	COLOCAR PASADORES DELANTEROS	2		0:09:07						
91	TRANSPORTE A CONTROL Y CALIDAD	1	4,5	0:00:20						
92	CORTAR HILO	15		0:10:00						
93	VERIFICAR PRENDA	2		0:00:30						
94	TRANSPORTE AL AREA DE PRODUCTO TERMINADO	1	4,6	0:00:36						
95	DOBLAR Y EMPACAR	1		0:03:00						
96	ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO	1		0:01:00						
Tiempo Minutos: 5:25:19		m	70,9	5:25:19	h					

Fuente: Elaboración propia

El cursograma analítico de la propuesta 1 para la fabricación del buzo táctico presenta una disminución en las actividades de transporte del 44% (pasan de 9 a 5), de inspección del 50% (pasan de 2 a 1), de espera del 50% (pasan de 2 a 1), mientras que el almacenaje se mantiene. El total de actividades realizadas se reduce de 48 a 42 (13%), no obstante, el cambio más notorio se evidencia en la distancia total en metros que pasa de 113 metros a 61 metros equivalente al 46%, aunque el tiempo en horas/hombre indica una reducción del 4% pasando de 2 horas 38 minutos a 2 horas 32 minutos (Figura 37).

Figura 37.Cursograma analítico propuesta 1 del buzo táctico

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL BUZO TÁCTICO										
Página 1 de 2		Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>								
		RESUMEN								
Fecha: 14/04/2021 Método: Actual: ___ Propuesto 1: __X__ Producto: Buzo táctico Nombre : GRUPO 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
			Operación	33	33	0%				
			Transporte	9	5	-44%				
			Inspección	2	1	-50%				
			Espera	2	1	-50%				
			Almacenaje	2	2	0%				
		Total de Actividades realizadas			48	42	-13%			
		Distancia total en metros			113	61	-46%			
Tiempo horas/hombre			2:38:13	2:36:59	-1%					
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
1	ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	1		0:00:20						
2	PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA	1		0:20:00						
3	TRANSPORTE MATERIA PRIMA A CORTE	1	5,7	0:01:00						
4	DESDOBLAR LA TELA			0:15:00						
5	CORTAR TELA	21		0:30:36						
6	TRANSPORTAR TELA A PRODUCCIÓN	1	27,4	0:01:55						
7	HACER FLECHAS	2		0:03:34						
8	HACER EL CUELLO	1		0:01:01						
9	ARMAR CARTERA	2		0:02:50						
10	CIERRE DE COSTURA	2		0:00:39						
11	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3,5	0:00:35						
12	ARMAR TAPAS	2		0:03:56						
13	HACER BOLSILLO	2		0:01:11						
14	COLOCAR VELCRON	2		0:00:20						
15	COLOCAR TAPA	2		0:05:10						
16	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	2	3,5	0:01:00						
17	PEGAR CODERAS IZQ Y DERECHO	2		0:04:34						
18	PEGAR BOLSILLOS CON TAPA EN LA MANGA	2		0:07:00						
19	DOBLADILLO CON MANGA	2		0:00:50						
20	FIJAR FLECHAS CON VELAS	2		0:02:01						
21	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3,1	0:01:01						
22	COLOCAR FALSOS	2		0:02:50						
23	INSPECCION DE COSTURA	1		0:00:39						
24	PEGAR EL FALSO EN LA PARTE DELANTERA	1		0:02:13						
25	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	4,5	0:00:20						

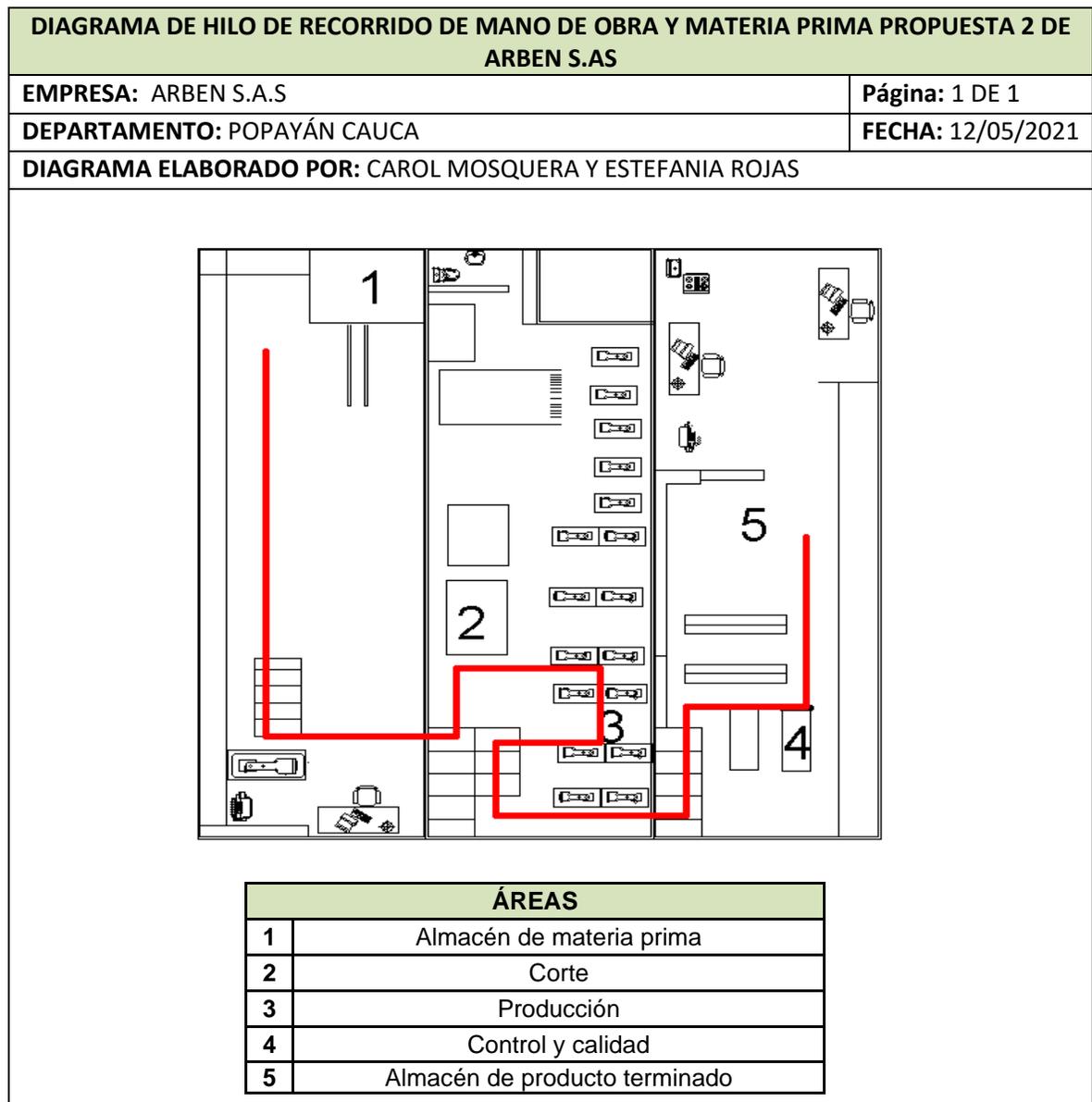
Figura 37 (continuación)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL BUZO TÁCTICO									
Página 2 de 2		Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>							
Fecha: 14/04/2021 Método: Actual: _____ Propuesto 1: <u> X </u> Producto: Buzo táctico Nombre : GRUPO 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		RESUMEN			Act.	Pro.	Econ.		
		SÍMBOLO	ACTIVIDAD						
			Operación		33	33	0%		
			Transporte		9	5	-44%		
			Inspección		2	1	-50%		
			Espera		2	1	-50%		
			Almacenaje		2	2	0%		
		Total de Actividades realizadas			48	42	-13%		
Distancia total en metros			113	61	-46%				
Tiempo horas/hombre			2:38:13	2:36:59	-1%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
									
26	FILETEAR EL CORTE PAR UNIR	1		0:00:20	●				
27	DESPUNTAR	1		0:00:37	●				
28	CORTA FALSO	2		0:00:07	●				
29	DESPUNTAR CARTERA	2		0:00:35	●				
30	UNIR CUELLO AL CUERPO	1		0:01:44	●				
31	PEGAR CARTERA	1		0:02:30	●				
32	FLETEAR CARTERA	1		0:00:54	●				
33	REPISAR CUELLO	1		0:02:03	●				
34	FIGURADO EN LA CARTERA	1		0:00:46	●				
35	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	4,0	0:01:26	●				
36	HACER MANGAS	2		0:03:35	●				
37	UNIR MANGAS	2		0:01:10	●				
38	REPISAR MANGAS	2		0:00:22	●				
39	REPISAR COSTADOS	2		0:01:45	●				
40	REPISAR PUÑOS	2		0:00:32	●				
41	HACER DOBLADILLO	2		0:04:13	●				
42	TRANSPORTAR PRENDA A CONTROL Y CALIDAD		4,0	0:01:30	●	●			
43	VERIFICAR PRENDA			0:01:40		●			
44	CORTAR HILO			0:10:00	●				
45	TRANSPORTE AL AREA DE PRODUCTO TERMINADO		5,2	0:03:00	●	●			
46	DOBLA, EMPACAR			0:02:55	●				
47	ALMACENAR PRODUCTO TERMINADO			0:05:00				●	
Tiempo horas/mit 2:36:59		h	60,9	2:36:59	s				

Fuente: Elaboración propia

De otro lado, el diagrama de hilo de la propuesta 2 también esboza un recorrido más fluido entre el almacén de materia prima, el área de corte y el área de producción que favorece distancias más cortas para el tránsito del personal, equipos e insumos. En esta distribución se dispone de mayor espacio para el almacenamiento de materia prima, reduce un poco el área de corte y producción combinándola en el mismo espacio, que resulta pertinente si se tiene en cuenta la interrelación que requieren estas áreas. (Figura 38).

Figura 38.Diagrama de hilo distribución en planta propuesta 2



Fuente: Elaboración propia

Por su parte, con esta propuesta, el cursograma analítico para la fabricación del pantalón combak los valores en la duración de las actividades de operación y almacenaje se mantienen. El transporte se reduce un 10% pasando de 21 a 19; inspección se reduce un 50% (pasa de 4 a 2) y espera se reduce un 67% (pasa de 3 a 1). De este modo, esta distribución permite una mejora en los recorridos, la distancia total en metros que pasa de 117 metros a 81 metros equivalente al 30%, aunque el tiempo en horas/hombre indica una reducción del 2% pasando de 5 horas 33 minutos a 5 horas 27 minutos. (Figura 39).

Figura 39. Cursosograma analítico propuesta 2 del pantalón Combak

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL PANTALÓN COMBAK									
Página 1-3		Operar.	X	Mater.		Maqui.			
Fecha: 14/04/2021		RESUMEN			Act.	Pro.	Econ.		
Método: Actual: ___ Propuesto 2: ___x___		SÍMBOLO	ACTIVIDAD						
Producto: Pantalón Combak		●	Operación	69	69	0%			
Nombre: Grupo 1		→	Transporte	21	19	-10%			
Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		■	Inspección	4	2	-50%			
		◐	Espera	3	1	-67%			
		▼	Almacenaje	2	2	0%			
		Total de Actividades realizadas			99	93	-6%		
		Distancia total en metros			116,79	81	-30%		
		Tiempo min/hombre			5:33:15	5:27:28	-2%		
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	→	■	◐	▼
1	ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	1		0:01:00					
2	PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA	1		0:20:00	●				
3	TRANSPORTE MATERIA PRIMA A CORTE	1	16,5	0:01:00		→			
4	DESDOBLAR TELA	1		0:04:00	●				
5	CORTAR TELA	25		0:30:35	●				
6	TRANSPORTAR TELA A PRODUCCIÓN	1	5,5	0:01:55		→			
7	HACER TAPA POSTERIOR	2		0:01:00	●				
8	CIERRA TAPA POSTERIOR	2		0:03:03	●				
9	PIQUETEAR TAPA POSTERIOR	2		0:02:02	●				
10	REPISAR TAPA POSTERIOR	2		0:03:54	●				
11	COLOCAR VELCRO	2		0:02:14	●				
12	PEGAR VELCRO	2		0:01:05	●				
13	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3	0:01:00		→			
14	HACER TAPA LATERAL	2		0:01:29	●				
15	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	2,0	0:00:40		→			
16	DEMORA EN LOS AJUSTES DE LA MAQUINA	1		0:01:00	●				
17	FILETEAR TAPA LATERAL	2		0:04:50	●				
18	PIQUETEAR TAPA LATERAL	2		0:04:19	●				
19	PEGAR TAPA LATERAL	2		0:05:36	●				
20	REPISAR TAPA LATERAL	2		0:02:52	●				
21	VERIFICAR TAPA LATERAL	1		0:00:25	●				
22	COLOCAR Y PEGAR VELCRO	2		0:10:56	●				
23	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	2,0	0:01:00		→			
24	HACER BOLSILLO LATERAL	2		0:01:48	●				
25	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	2,4	0:00:23		→			
26	FILETEAR BOLSILLO LATERAL	2		0:01:32	●				
27	REPISAR BOLSILLO LATERAL	2		0:01:10	●				
28	COLOCAR BOLSILLO LATERAL	2		0:01:19	●				
29	COLOCAR Y PEGAR VELCRO	2		0:01:00	●				
30	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3	0:01:01		→			
31	HACER RODILLERA	2		0:05:26	●				
32	REPISAR RODILLERA	2		0:01:00	●				
33	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	2,5	0:01:26		→			
34	PEGAR RODILLERA EN EL DELANTERO	1		0:01:11	●				
35	HACER BOLSILLO DELANTERO	2		0:01:45	●				
36	COLOCAR FORRO Y FALSO	2		0:08:26	●				
37	HACER BOLSILLO RIVETE	2		0:06:49	●				
38	COLOCAR FALSO	2		0:03:10	●				
39	COLOCAR TAPA	2		0:04:30	●				
40	COLOCAR VELCRO	2		0:02:11	●				

Figura 39 (continuación)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL PANTALÓN COMBAK									
Página 2-3		Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>							
Fecha: 14/04/2021 Método: Actual: ____ Propuesto 2: __x__ Producto: Pantalón Combak Nombre: Grupo 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		RESUMEN			Act.	Pro.	Econ.		
		SÍMBOLO	ACTIVIDAD						
			Operación	69	69	0%			
			Transporte	21	19	-10%			
			Inspección	4	2	-50%			
			Espera	3	1	-67%			
			Almacenaje	2	2	0%			
Total de Actividades realizadas		99	93	-6%					
Distancia total en metros		116,79	81	-30%					
Tiempo min/hombre		5:33:15	5:27:28	-2%					
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
									
41	FIJAR EXTREMOS	2		0:04:12	●				
42	REPISAR BORDES Y FALSO	2		0:04:34	●				
43	INSPECCIONAR LOS BORDES	1		0:00:15			●		
44	PEGAR REFUERZO POSTERIOR	2		0:02:19	●				
45	PEGAR COTILLA	2		0:02:03	●				
46	HACER EL ALETILLON	2		0:03:48	●				
47	CERRAR Y REPISAR ALETILLON	2		0:02:37	●				
48	CIERRE DE COSTURA	2		0:01:50	●				
49	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	2,4	0:01:45		●			
50	FILETEAR COSTURA	2		0:04:56	●				
51	ARMAR PARTE DELANTERA	2		0:04:30	●				
52	COLOCAR PARTE DELANTERA	2		0:04:00	●				
53	PEGAR BOTONES	2		0:06:00	●				
54	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3,1	0:01:07		●			
55	HACER PARTE POSTERIOR Y SUPERIOR	2		0:08:38	●				
56	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	2,4	0:01:45		●			
57	FILETEAR PARTES	1		0:02:08	●				
58	HACER COTILLA	2		0:01:02	●				
59	UNIR COTILLA	2		0:01:02	●				
60	REPISAR COTILLA	2		0:06:048	●				
61	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	2,4	0:01:45		●			
62	FILETEAR LOS TIROS	2		0:02:00	●				
63	REPISAR LOS TIROS	2		0:02:07	●				
64	HACER LOS PASADORES PARTE TRASERA	4		0:01:38	●				
65	FIJAR INTERLON (ADHESIVO)	1		0:05:08	●				
66	COLOCAR MARCA	2		0:02:02	●				
67	COLOCAR PASADORES	4		0:01:02	●				
68	REPISAR MARQUILLA	1		0:06:048	●				
69	HACER PRETINAS DELANTERA Y TRACERA	2		0:02:00	●				
70	UNIR PARTES	1		0:02:52	●				
71	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	2,4	0:00:33		●			
72	FILETEAR PARTES	1		0:01:59	●				
73	REPISAR PARTES	1		0:06:00	●				
74	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	2,4	0:01:05		●			
75	PEGAR BOLSILLOS LATERALES	2		0:10:02	●				

Figura 39 (continuación)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL PANTALÓN COMBAK										
Página 3-3		Operar.	X	Mater.		Maqui.				
		RESUMEN								
Fecha: 14/04/2021		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
Método: Actual: ____ Propuesto 2: _x_			Operación	69	69	0%				
Producto: Pantalón Combak			Transporte	21	19	-10%				
Nombre: Grupo 1			Inspección	4	2	-50%				
Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas			Espera	3	1	-67%				
			Almacenaje	2	2	0%				
		Total de Actividades realizadas		99	93	-6%				
		Distancia total en metros		116,79	81	-30%				
		Tiempo min/hombre		5:33:15	5:27:28	-2%				
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
76	PEGAR TAPA	2		0:03:02	●					
77	PEGAR BOLSILLO POSTERIOR	2		0:06:048	●					
78	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA		2,4	0:00:50	●	●				
79	COLOCAR REFUERZO EN FILETEADORA	2		0:04:00	●					
80	REPISAR ENTRE PIERNA	1		0:06:07	●					
81	UNIR ENTRE PIERNA	1		0:03:38	●					
82	TRANSPORTE A LA MAQUINA OJALADORA	1	3,0	0:01:02	●	●				
83	HACER OJAL	2		0:10:10	●	●				
84	PRESILLAR OJAL	1		0:05:02	●					
85	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	2,4	0:00:50	●	●				
86	FLITEAR ENTRE PIERNA	1		0:09:02	●	●				
87	INSPECCIONAR PARTES	2		0:00:47	●					
88	HACER DOBLADILLO	2		0:05:048	●					
89	COLOCAR CORDON	2		0:08:00	●					
90	COLOCAR PASADORES DELANTEROS	2		0:09:07	●					
91	TRANSPORTE A CONTROL Y CALIDAD	1	16,2	0:01:10	●	●				
92	CORTAR HILO	1		0:10:00	●					
93	VERIFICAR PRENDA	1		0:00:30	●					
94	TRANSPORTE AL AREA DE PRODUCTO TERMINADO	1	5,2	0:01:25	●	●				
95	DOBLAR Y EMPACAR	1		0:03:00	●					
96	ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO	1		0:01:00					●	
		m	81,5	5:27:28	s					

Fuente: Elaboración propia

El cursograma analítico de la propuesta 2 para la fabricación del buzo táctico presenta una disminución en las actividades de transporte del 44% (pasan de 9 a 5), de inspección del 50% (pasan de 2 a 1), de espera del 50% (pasan de 2 a 1), mientras que el almacenaje se mantiene. El total de actividades realizadas se reduce de 48 a 42 (13%), no obstante, el cambio más notorio se evidencia en la distancia total en metros que pasa de 113 metros a 72 metros equivalente al 36%. El tiempo en horas/hombre indica una reducción del 5% pasando de 2 horas 38 minutos a 2 horas 30 minutos (Figura 40).

Figura 40.Cursograma analítico propuesta 2 del buzo táctico

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL BUZO TÁCTICO										
Página 1 de 2		Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>								
		RESUMEN								
Fecha: 14/04/2021 Método: Actual: ___ Propuesto 2: __X__ Producto: Buzo táctico Nombre: GRUPO 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
			Operación	33	33	0%				
			Transporte	9	5	-44%				
			Inspección	2	1	-50%				
			Espera	2	1	-50%				
			Almacenaje	2	2	0%				
		Total de Actividades realizadas		48	42	-13%				
		Distancia total en metros		113	72	-36%				
Tiempo horas/hombre		2:38:13	2:30:03	-5%						
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	1		0:00:20						
2	PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA	1		0:20:00						
3	TRANSPORTE MATERIA PRIMA A CORTE	1	18,7	0:01:00						
4	DESDOBLAR LA TELA			0:15:00						
5	CORTAR TELA	21		0:30:36						
6	TRANSPORTAR TELA A PRODUCCIÓN	1	8,0	0:00:43						
7	HACER FLECHAS	2		0:03:34						
8	HACER EL CUELLO	1		0:01:01						
9	ARMAR CARTERA	2		0:02:50						
10	CIERRE DE COSTURA	2		0:00:39						
11	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3,5	0:00:35						
12	ARMAR TAPAS	2		0:03:56						
13	HACER BOLSILLO	2		0:01:11						
14	COLOCAR VELCRON	2		0:00:20						
15	COLOCAR TAPA	2		0:05:10						
16	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	2	3,5	0:00:10						
17	PEGAR CODERAS IZQ Y DERECHO	2		0:04:34						
18	PEGAR BOLSILLOS CON TAPA EN LA MANGA	2		0:07:00						
19	DOBLADILLO CON MANGA	2		0:00:50						
20	FIJAR FLECHAS CON VELAS	2		0:02:01						
21	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	3,1	0:00:45						
22	COLOCAR FALSOS	2		0:02:50						
23	INSPECCION DE COSTURA	1		0:00:39						
24	PEGAR EL FALSO EN LA PARTE DELANTERA	1		0:02:13						
25	TRANSPORTE A LA MAQUINA FILETEADORA	1	4,5	0:00:20						

Figura 40 (continuación)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL BUZO TÁCTICO									
Página 2 de 2		Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>							
Fecha: 14/04/2021 Método: Actual: _____ Propuesto 2: <u> X </u> Producto: Buzo táctico Nombre: GRUPO 1 Elaborado por: Carol Mosquera y Estefania rojas		RESUMEN			Act.	Pro.	Econ.		
		SÍMBOLO	ACTIVIDAD						
			Operación		33	33	0%		
			Transporte		9	5	-44%		
			Inspección		2	1	-50%		
			Espera		2	1	-50%		
			Almacenaje		2	2	0%		
Total de Actividades realizadas			48	42	-13%				
Distancia total en metros			113	72	-36%				
Tiempo horas/hombre			2:38:13	2:30:03	-5%				
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
									
26	FILETEAR EL CORTE PAR UNIR	1		0:00:20	●				
27	DESPUNTAR	1		0:00:37	●				
28	CORTA FALSO	2		0:00:07	●				
29	DESPUNTAR CARTERA	2		0:00:35	●				
30	UNIR CUELLO AL CUERPO	1		0:01:44	●				
31	PEGAR CARTERA	1		0:02:30	●				
32	FLETEAR CARTERA	1		0:00:54	●				
33	REPISAR CUELLO	1		0:02:03	●				
34	FIGURADO EN LA CARTERA	1		0:00:46	●				
35	TRANSPORTE A MAQUINA PLANA	1	4,0	0:00:18	●				
36	HACER MANGAS	2		0:03:35	●				
37	UNIR MANGAS	2		0:01:10	●				
38	REPISAR MANGAS	2		0:00:22	●				
39	REPISAR COSTADOS	2		0:01:45	●				
40	REPISAR PUÑOS	2		0:00:32	●				
41	HACER DOBLADILLO	2		0:04:13	●				
42	TRANSPORTAR PRENDA A CONTROL Y CALIDAD		19,4	0:00:58	●	●			
43	VERIFICAR PRENDA			0:01:40		●			
44	CORTAR HILO			0:10:00	●				
45	TRANSPORTE AL AREA DE PRODUCTO TERMINADO		7,3	0:00:12	●	●			
46	DOBLA,EMPACAR			0:02:55	●				
47	ALMACENAR PRODUCTO TERMINADO			0:05:00					●
Tiempo horas/mit 2:30:03		h	72,0	2:30:03	s				

Fuente: Elaboración propia

6.3 Evaluación de los diseños de distribución en planta propuestos mediante la herramienta de simulación discreta

6.3.1 Introducción de las herramientas y datos utilizados para la simulación en FlexSim

De acuerdo a los estudios realizados anteriormente se realizará la simulación de escenarios propuestos, en los cuales se evaluará la distancia total recorrida para completar el proceso de producción.

6.3.2 Definición de los parámetros y variables a medir

En el modelo de simulación de diseño de planta de la empresa ARBEN S.A.S se tendrá en cuenta la capacidad de la planta y equipos como bases fundamentales de la programación de la simulación de cada una de las propuestas las cuales se observan en las tablas 13,14,15 y se define las variables de entrada como los tiempos de cada máquina que operara en el proceso del pantalón combak y buzo táctico como se muestra en la tabla 18 y 19 los cuales nos ayudara en la búsqueda de una distribución de probabilidad mediante la herramienta de Expertfit.

Tabla 18. Tiempos en segundos de operación del pantalón combak.

	Preparar materia prima	Máquina de cortar	Maquina plana	Maquina ojaladora	Máquina de filetear	Quitar hilo y verificar prenda	Doblar y empacar prenda
Grupo 1	1200	1800	7870	336	1510	600	180
Grupo 2	1215	1840	8325	350	1665	630	170
Grupo 3	1292	1860	8181	360	1735	654	185
Grupo 4	1215	1880	8058	345	1695	695	185
Grupo 5	1296	1820	8048	370	1655	620	167
Grupo 6	1262	1875	8434	410	1975	686	200
Grupo 7	1214	1822	7987	348	1750	643	166
Grupo 8	1200	1905	8254	360	1613	676	218
Grupo 9	1265	1840	8138	392	1774	623	202
Grupo 10	1236	1818	8250	355	1787	687	177

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Tiempos en segundos de operación del buzo táctico.

	Preparar materia prima	Máquina de cortar	Maquina plana	Máquina de filetear	Quitar hilo y verificar prenda	Doblar y empacar prenda
Grupo 1	1276	1842	3711	569	588	202
Grupo 2	1245	1855	3551	593	587	193
Grupo 3	1294	1873	3624	605	620	200
Grupo 4	1235	1858	3595	625	591	175
Grupo 5	1195	1885	3583	578	600	155
Grupo 6	1272	1878	3680	645	575	184
Grupo 7	1266	1862	3557	597	639	178
Grupo 8	1233	1885	3512	615	622	240
Grupo 9	1278	1861	3698	583	600	200
Grupo 10	1205	1879	3504	633	588	198

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 20, se definen las variables de desempeño, que son evaluadas mediante el software FlexSim para conocer la eficiencia del sistema.

Tabla 20. Variables de estudio

Variables a medir	Unidades	Descripción
Distancia recorrida	Mt	Distancias recorridas por los operarios
Unidades producidas	Unid/minutos	Unidades que fabrica un operario en un turno
Tiempos de ocupación	Minutos	Tiempos de ocupación de las maquinas

Fuente: Elaboración propia

6.3.3 Programación en FlexSim

Se importa el plano de AutoCAD versión 2020 a el software FlexSim versión 2019, para ubicar los objetos, los cuales modelaran la maquinaria utilizada en tiempo real y se describe las herramientas utilizadas en el software como se muestra en la tabla 20.

Tabla 21. Elementos utilizados en el software FlexSim.

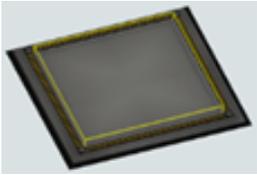
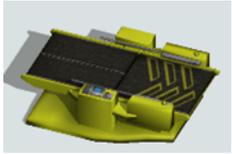
ICONO	ELEMENTO	CANTIDAD	REPRESENTACION EN EL MODELO	DESCRIPCION
	Queue	11	Recepción de materia prima	Esta herramienta se utiliza para almacenar los productos en que se encuentran en cola (área de almacén)

Tabla 20. (Continuación)

ICONO	ELEMENTO	CANTIDAD	REPRESENTACION EN EL MODELO	DESCRIPCION
	Combiner	1	Agrupa los objetos del modelo	El combinador se utiliza para agrupar los objetos en algún punto de la simulación (se utilizó en máquina de corte 1)
	Separator	2	Separa los objetos en el transcurso del proceso	Se utiliza para separar los objetos en múltiples partes (se utilizó en máquina de corte 2)
	Rack	2	Almacenamiento de materia prima y materia terminada	Se usan para almacenar los productos (se utilizó en el área de Producto final).
	A*Navigator	1	Recorrido de los operarios	Se utiliza para definir el recorrido de un operario o transporte de un producto

				
	Processor	14	Simular el procesamiento de los elementos del flujo	Está diseñado para simular el procesamiento del objeto en la simulación (se utilizó en las máquinas de producción)

Fuente: Elaboración propia

6.3.3 Características ExperFit

El ExperFit se usa para seleccionar la distribución que mejor se ajuste a un conjunto de datos disponible, además, por medio de una fuente de aleatoriedad proporciona un análisis cuando se tiene ausencia de estos mismos. Esta aplicación dispone de 40 distribuciones, 30 diagramas gráficos, 3 pruebas de bondad de ajuste, permite un amplio tamaño de muestra (hasta 100.000 datos), permitiendo crear histogramas interactivos, que brindan un soporte claro para los modelos de simulación[55]. Para este estudio, los datos corresponden a los tiempos de operación de cada máquina utilizada en el proceso de fabricación del pantalón combak y buzo táctico.

La tabla 21 se muestra un ranking de los tres mejores modelos sobre la base de las estadísticas de clasificación utilizadas por ExperFit. En este caso, se enlista en primer lugar la distribución Johnson SB, seguido de una distribución Rayleigh (E) y Beta. A cada modelo se le asigna una puntuación de la evaluación relativa de 0 a 100, siendo 100 la mejor puntuación. Cuanto mayor sea la puntuación de un modelo, mejor es en relación con los otros modelos especificados, en este caso, el modelo arroja una puntuación de 97.92 que indica una muy buena representación de los datos.

Tabla 22. Evaluación relativa modelos máquina plana buzo táctico

Modelo	Puntuación relativa	Parámetros
1. Johnson SB	97.92	Extremo inferior 3500,25045
		Extremo superior 3.715,75117
		Forma # 1 0.07583
		Forma # 2 0.44837
2. Rayleigh (E)	87.50	Ubicación 3,454.55463
		Escala 163.19679
3. Beta	87.50	Extremo inferior 3.499,52621
		Punto final superior 3.716,67892
		Forma # 1 0.71072
		Forma # 2 0.77640
Se definen 25 modelos con puntuaciones entre 0,00 y 97,92		
Evaluación absoluta del modelo 1: Evaluación de Johnson SB		
Evaluación: Buena		
Sugerencia: las evaluaciones adicionales que utilizan la pestaña de comparaciones pueden ser informativas. Consulte la ayuda para obtener más información.		
Información adicional sobre el Modelo 1 -Johnson SB		
"Error" en la media del modelo en relación con la media de la muestra		
-1.34755=0.04%		

Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

De acuerdo a los resultados de la tabla 21, la distribución que más se ajusta a los datos con una puntuación relativa del 97.92% es la distribución Johnson SB, la cual tiene como propósito aplicar los métodos y teoría de la distribución normal a un amplio rango de distribuciones no normales a través de transformaciones computables a partir de distribuciones como la exponencial y seno hiperbólico[56]. Su fórmula se puede observar a continuación:

III Distribución Johnson SB

$$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi z(1-z)}} e^{-\frac{1}{2}\left(y+\delta\ln\left(\frac{z}{1-z}\right)\right)^2} \quad z \equiv \frac{x-\zeta}{\lambda} \quad (\text{Ec.3.})$$

Fuente: L. Marrone, 2017 [56]

Donde:

γ : Factor de forma

δ : Factor de forma ($\delta > 0$)

λ : Factor de escala ($\lambda > 0$)

ζ : Factor de Localización

La tabla 22 muestra a manera de resumen las estadísticas descriptivas de la variable correspondiente al conjunto de datos. En este sentido, para los tiempos

correspondientes a la máquina plana en la fabricación del buzo táctico se encuentra que la media es igual a 3,601.5 y la mediana tiene un valor muy próximo de 3,589. Además, el valor positivo de la asimetría (skewness) de la muestra indica que la distribución de los datos esta sesgada a la derecha. Por último, el coeficiente de variación 0.02 (2%), indica que la distribución posee una baja variabilidad, por lo que se puede observar que la desviación de los datos varía en una cantidad aproximada a la de la media indicando que el modelo no será rechazado. La evaluación absoluta del modelo cuenta con una puntuación “Good” (buena), lo que significa que la media de la muestra y la distribución Johnson SB son cercanos en su resultado. (Tabla 22).

Tabla 23. Características del modelo

Date Characteristic	Value
Source file	<edited>
Observation type	Real valued
Number of observations	10
Minimum observation	3,504
Maximum observation	3,711
Mean	3,601.50000
Median	3,589.00000
Variance	5,600.27778
Coefficient of variation	0.02078
Skewness	0.27818

Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Tabla 24. Parámetro de localización, escala, y forma distribución Johnson

Representación Flexsim del Modelo 1 - Johnson SB Uso:	
Al usar una opción de lista de selección: Distribución Johnson Bounded	
Mínimo	3500.250448

Máximo	3715.751175
Shape1	0.075831
Shape2	0.448371
Al usar el código: johnsonbounded	
(3500.250448,3715.751175,0.075831,0.448371, <stream>)	

Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

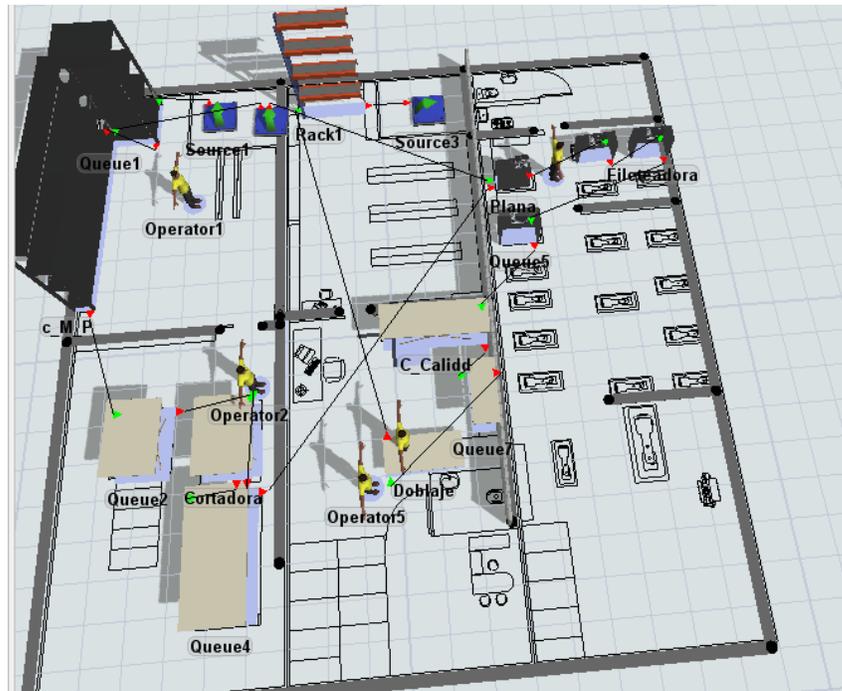
De acuerdo a los resultados obtenidos de tabla 23, se observa los parámetros correspondientes, de escala, localización y forma de distribución Johnson SB donde nos arroja un código de distribución el cual representa los tiempos de operación de cada máquina dentro del software FlexSim.

De acuerdo a lo anterior se puede concluir que la distribución Johnson SB es la que mejor se ajusta a los tiempos de operaciones de cada máquina, con los resultados obtenidos se observa que el modelo es bueno y no hay razón para desconfiar.

6.3.4 Aplicación del simulador FlexSim.

En este apartado se esboza la aplicación del simulador FlexSim, para lo cual se tuvo en cuenta el análisis previo con la metodología de distribución en planta presentada en el apartado anterior, que consideró la SLP evaluando la importancia de las cercanías entre las áreas dentro del proceso de producción, empleando para ello las tablas de códigos, colores y proximidades. Así mismo la metodología CORELAP, que tiene en cuenta los resultados del SLP, permitiendo así obtener los resultados óptimos de la distribución (Figura 41).

Figura 41.Ingreso de entradas y salidas del plano actual, FlexSim



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Una vez se ingresan las fuentes de entrada y salida. Con la aplicación FlexSim, el proceso final dentro de la distribución de planta es la simulación, la misma que permite visualizar de una manera técnico el comportamiento de los procesos de fabricación de los productos identificados: el pantalón combak y el buzo táctico, tal como se muestra a continuación.

6.3.5 Simulación del plano actual del pantalón combak

Figura 42. Diseño de planta actual del pantalón combak



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

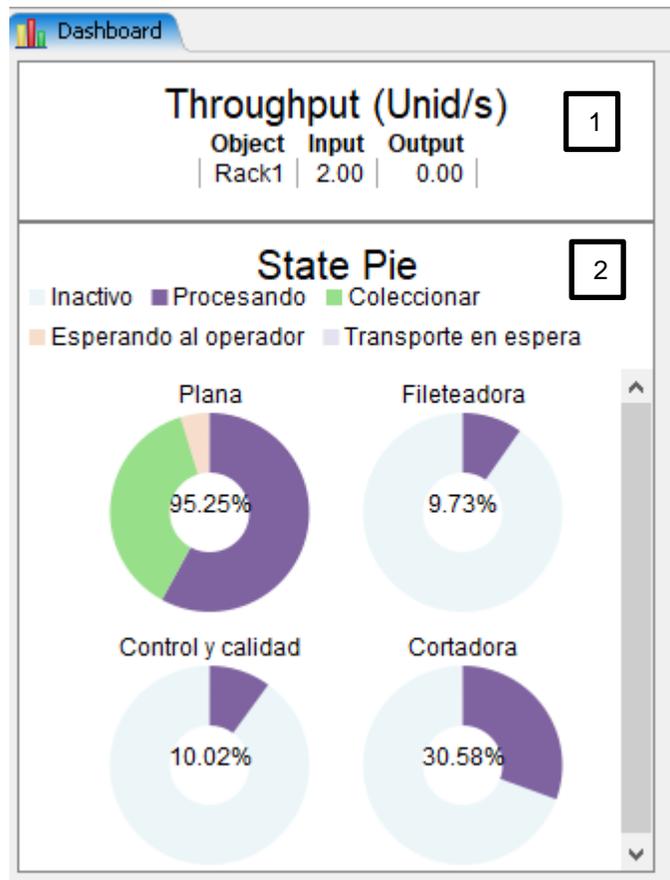
Tabla 25. Recorrido total diseño de planta actual

	Operador	Distancia (m)
1	Operador 1	16.71
2	Operador 2	52.71
3	Operador 3	21.06
4	Operador 4	3.41
5	Operador 5	23.71

Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Los resultados conseguidos a partir de la simulación se exponen en la figura 43. En el primer recuadro se muestran las unidades reales producidas al día del pantalón combak por operario, en este caso corresponde a 2 prendas; en el recuadro 2 se expone la utilización de cada máquina durante el proceso de fabricación en función del tiempo y de la ocupación, en este sentido, la máquina plana tiene el mayor uso con un 95,25%, le sigue la cortadora con el 30,58%, control y calidad con 10,2%, y por último, la fileteadora con un 9,73%.

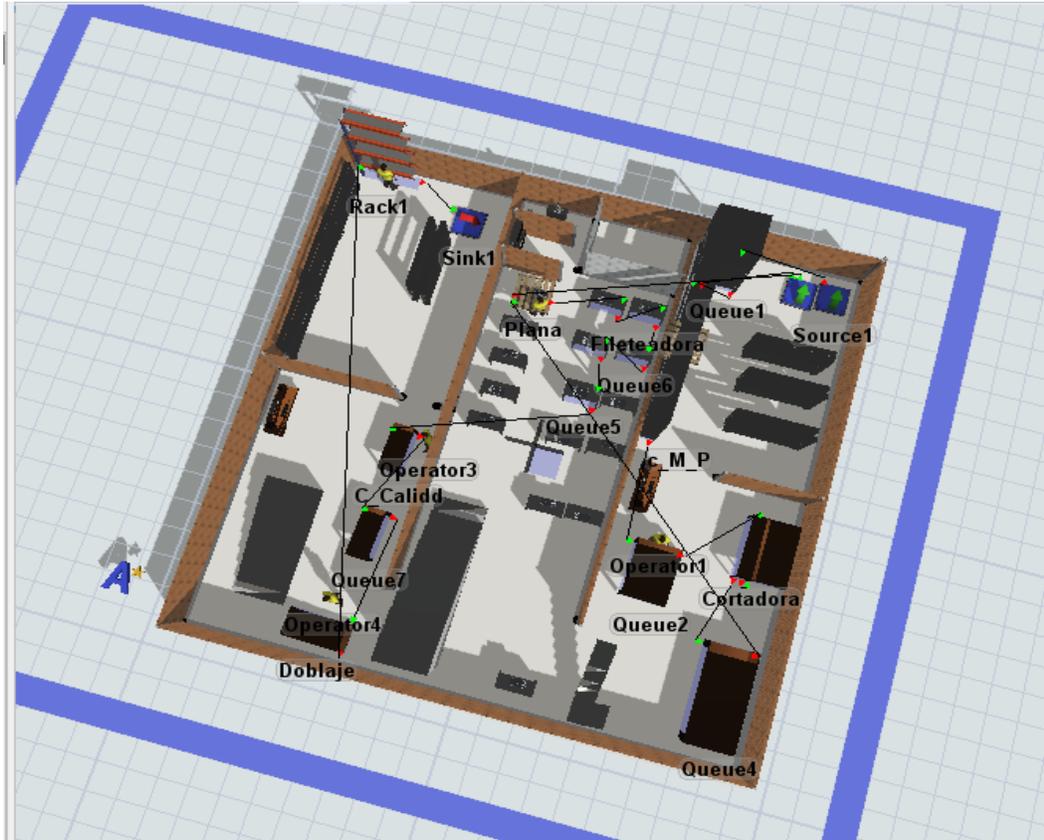
Figura 43. Resultados de la simulación actual pantalón combak



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

6.3.6 Simulación de la propuesta 1 pantalón combak.

Figura 44. Diseño de planta propuesta 1 del pantalón combak



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

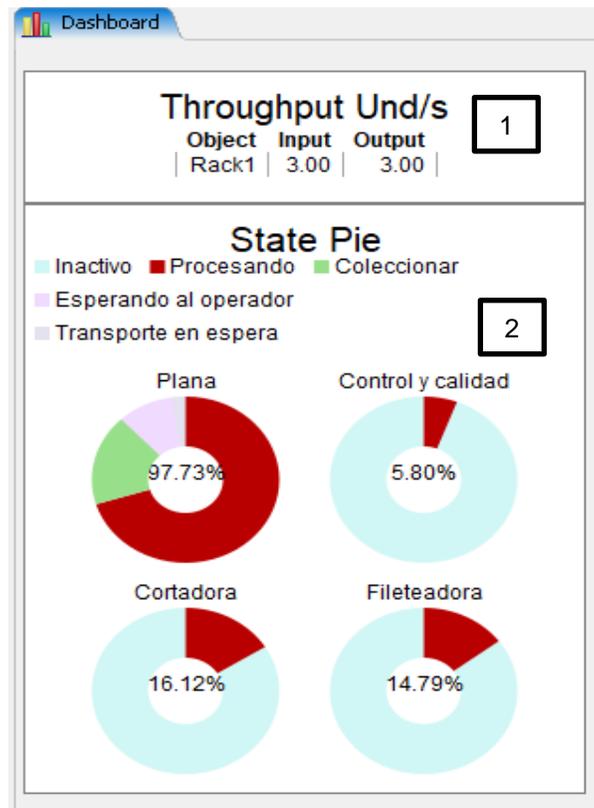
Tabla 26. Recorrido total diseño de planta propuesta 1 del pantalón combak

Operador	Distancia (m)
1 Operador 1	6.84
2 Operador 2	15.07
3 Operador 3	15.73
4 Operador 4	6.50
5 Operador 5	25.25

Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Los resultados conseguidos a partir de la simulación se exponen en la figura 45. En el primer recuadro se muestran las unidades reales producidas al día del pantalón combak por operario, en este caso corresponde a 3 prendas; en el recuadro 2 se expone la utilización de cada máquina durante el proceso de fabricación en función del tiempo y de la ocupación, en este sentido, la máquina plana tiene el mayor uso con un 97,73%, le sigue la cortadora con el 16.12%, control y calidad con 5,8%, y por último, la fileteadora con un 14,79%.

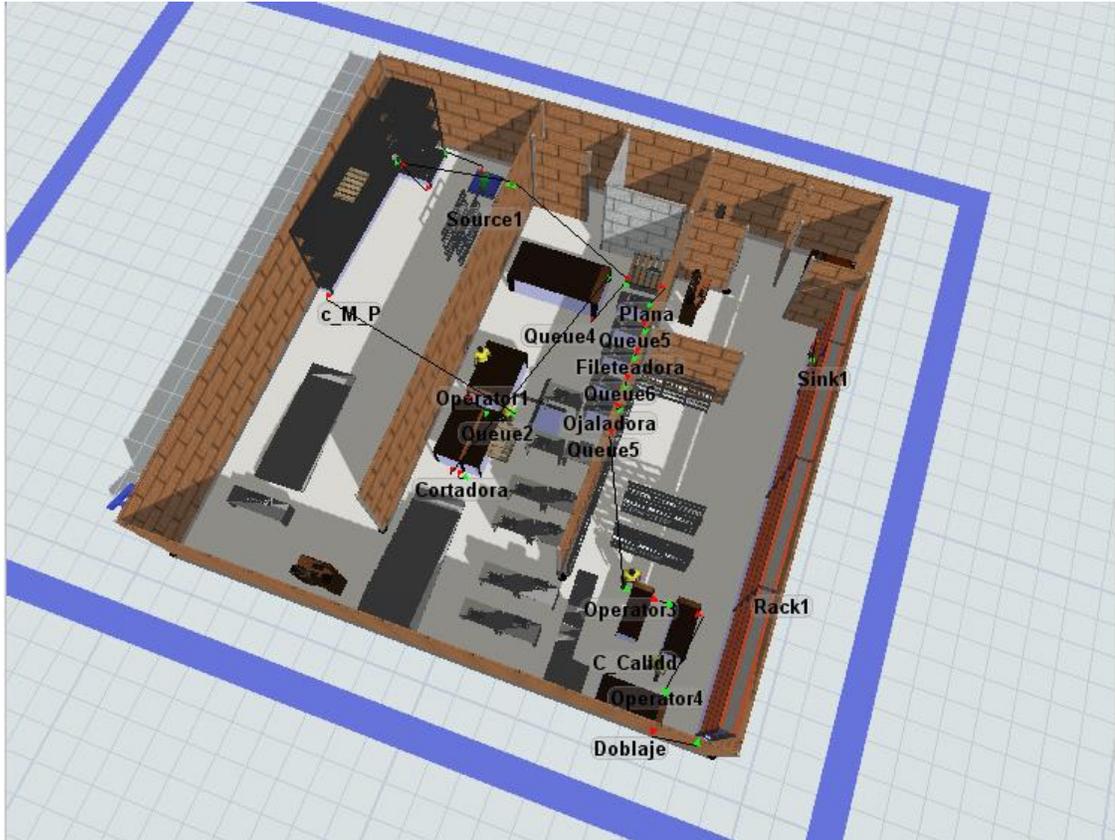
Figura 45. Resultados de la simulación propuesta 1 pantalón



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

6.3.7 Simulación de propuesta 2 de pantalón combak.

Figura 46. Diseño de planta propuesta 2 del pantalón combak



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

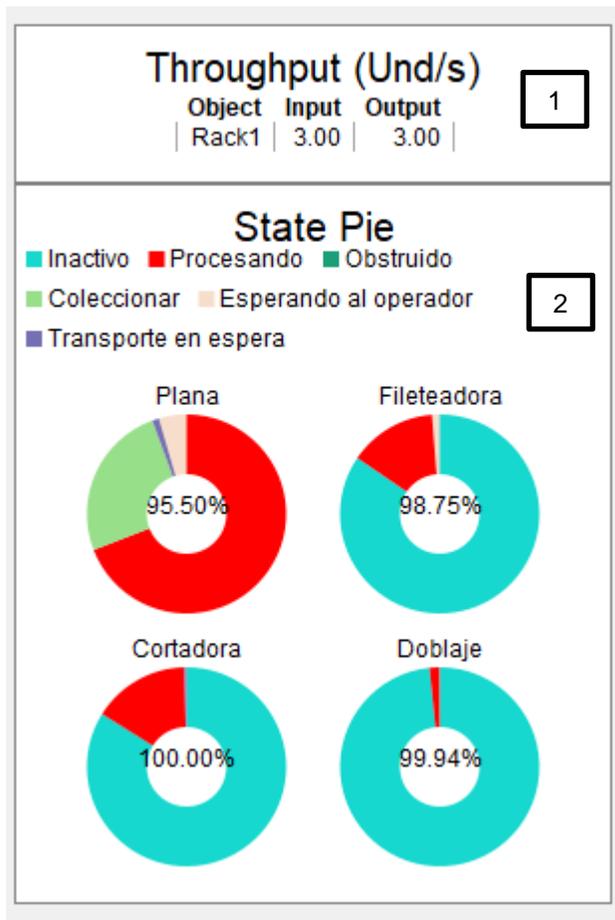
Tabla 27. Recorrido total diseño de planta propuesta 2 del pantalón combak

	Operador	Distancia (m)
1	Operador 1	8.99
2	Operador 2	42.30
3	Operador 3	13.04
4	Operador 4	4.20
5	Operador 5	19.61

Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Los resultados conseguidos a partir de la simulación se exponen en la figura 47. En el primer recuadro se muestran las unidades reales producidas al día del pantalón combak por operario, en este caso corresponde a 3 prendas; en el recuadro 2 se expone la utilización de cada máquina durante el proceso de fabricación en función del tiempo y de la ocupación, en este sentido, la máquina plana tiene un 95,50%, le sigue la cortadora con el 100%, control y calidad con 99,94%, y por último, la fileteadora con un 98,75%.

Figura 47. Resultados de la simulación propuesta 2 pantalón



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Comparando las tres distribuciones se muestran diferencias marcadas entre los operadores y las distancias recorridas, en el caso de la propuesta 1, el operador 1 reduce la distancia en más de 8 metros y en más de 6 metros con la propuesta 2. El operador 2, por su parte, reduce la distancia en más de 37 metros con la

propuesta 1 y en un poco más de 10 metros con la propuesta 2. El operador 3 reduce la distancia en más de 5 metros con la propuesta 1 y de 8 metros con la propuesta 2. El operador 4 amplía la distancia recorrida en 3 metros con la propuesta 1 y en 0,79 metros con la propuesta 2. Finalmente, el operario 5 amplía la distancia recorrida en 2 metros y una reducción de 4,1 metros con la propuesta 2.

6.4 Simulación de planta actual de buzo táctico.

Figura 48. Diseño de planta actual del buzo táctico



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

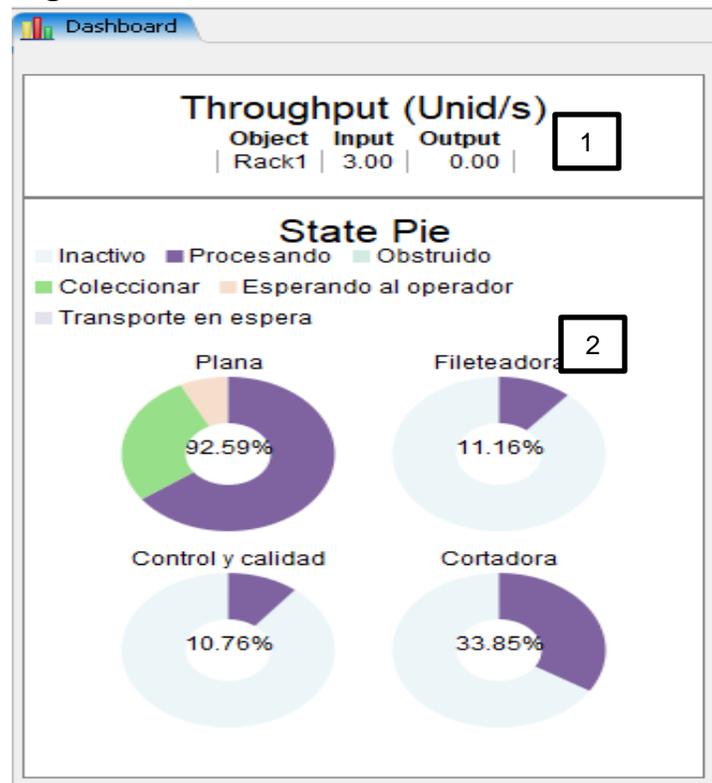
Tabla 28. Recorrido total diseño de planta actual del buzo táctico

	Operador	Distancia (m)
1	Operador 1	16.71
2	Operador 2	52.71
3	Operador 3	21.06
4	Operador 4	3.41
5	Operador 5	25.71

Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Los resultados conseguidos a partir de la simulación se exponen en la figura 49. En el primer recuadro se muestran las unidades reales producidas al día del buzo táctico por operario, en este caso corresponde a 3 prendas; en el recuadro 2 se expone la utilización de cada máquina durante el proceso de fabricación en función del tiempo y de la ocupación, en este sentido, la máquina plana tiene el mayor uso con un 92.59%, le sigue la cortadora con el 33.85%, la fileteadora con un 11.16%, y por último, control y calidad con 10.76%.

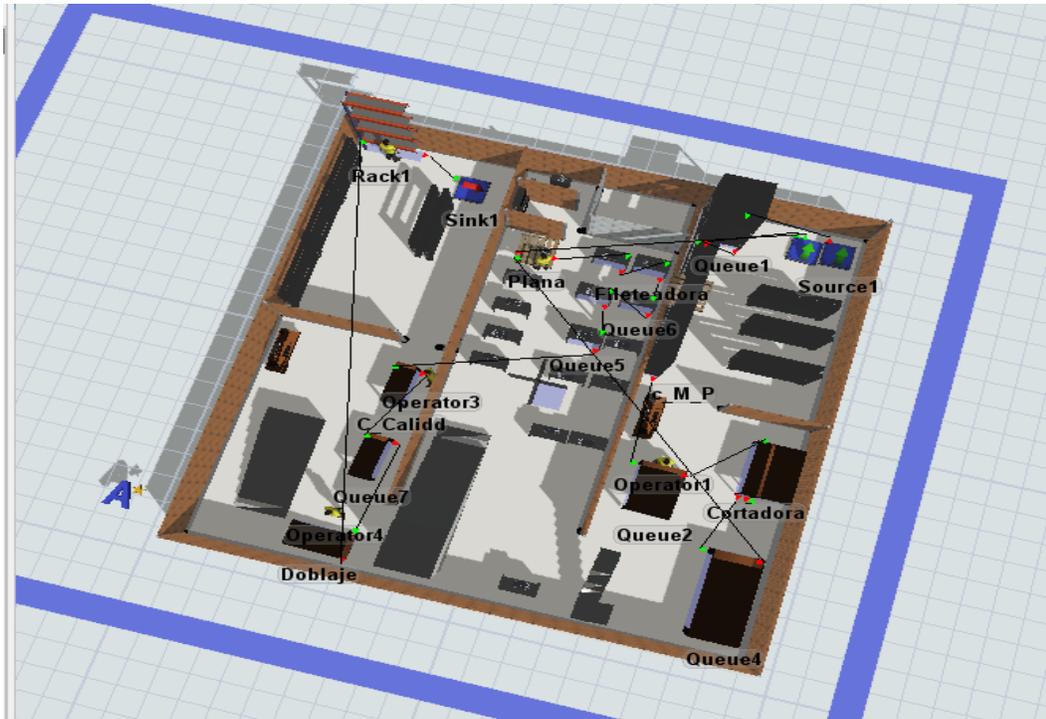
Figura 49. Resultados de la simulación actual buzo



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

6.4.1 Simulación de propuesta 1 de buzo táctico.

Figura 50. Diseño de planta propuesta 1 del buzo táctico



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

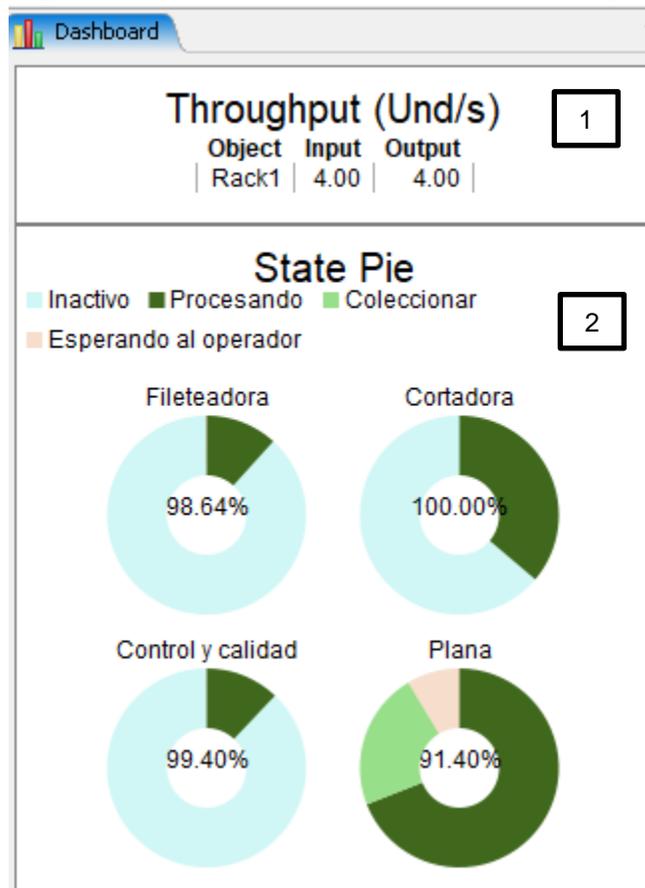
Tabla 29. Recorrido total diseño de planta propuesta 1 del buzo táctico

	Operador	Distancia (m)
1	Operador 1	6.55
2	Operador 2	15.07
3	Operador 3	15.71
4	Operador 4	6.5
5	Operador 5	25.25

Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Los resultados conseguidos a partir de la simulación se exponen en la figura 51. En el primer recuadro se muestran las unidades reales producidas al día del buzo táctico por operario, en este caso corresponde a 4 prendas; en el recuadro 2 se expone la utilización de cada máquina durante el proceso de fabricación en función del tiempo y de la ocupación, en este sentido, la máquina plana tiene un 91.40%, le sigue la cortadora con el 100%, la fileteadora con un 98.64%, y por último, control y calidad con 99.40%.

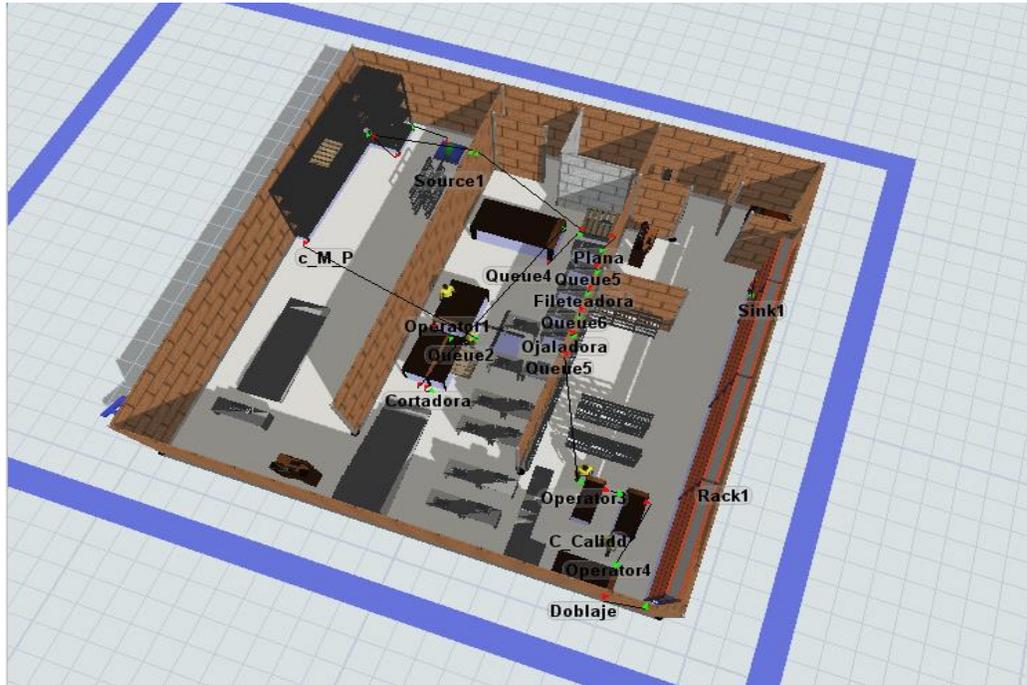
Figura 51. Resultados de la simulación propuesta 1 buzo



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

6.4.2 Simulación de propuesta 2 de buzo táctico.

Figura 52. Diseño de planta propuesta 2 del buzo táctico



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Tabla 30. Recorrido total diseño de planta propuesta 2 del buzo táctico

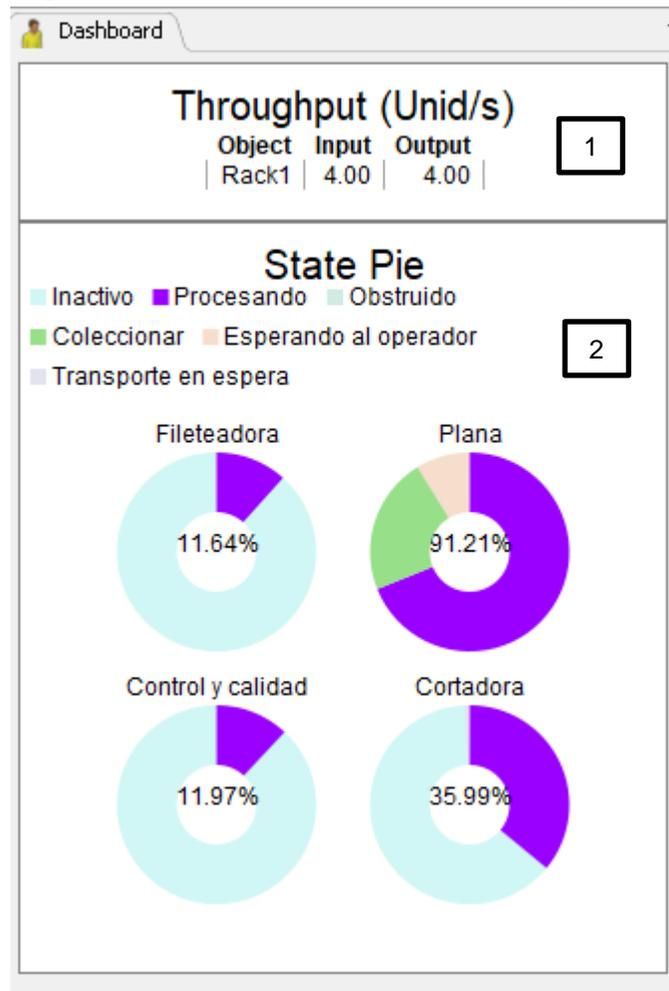
	Operador	Distancia (m)
1	Operador 1	8.65
2	Operador 2	42.29
3	Operador 3	13.26
4	Operador 4	4.61
5	Operador 5	19.56

Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Los resultados conseguidos a partir de la simulación se exponen en la figura 53. En el primer recuadro se muestran las unidades reales producidas al día del buzo táctico por operario, en este caso corresponde a 4 prendas; en el recuadro 2 se expone la utilización de cada máquina durante el proceso de fabricación en función del tiempo y de la ocupación, en este sentido, la máquina plana tiene el mayor uso

con un 91.21%, le sigue la cortadora con el 35,99%, la fileteadora con un 11.64%, y, por último, control y calidad con 11.97%.

Figura 53. Resultados de la simulación propuesta 2 buzo



Fuente: Autores con apoyo de Software FlexSim

Comparando las tres distribuciones se muestran diferencias marcadas entre los operadores y las distancias recorridas, en el caso de la propuesta 1, el operador 1 reduce la distancia en 10,16 metros y en 8,06 metros con la propuesta 2. El operador 2, por su parte, reduce la distancia en 37,64 metros con la propuesta 1 y en 10,42 metros con la propuesta 2. El operador 3 reduce la distancia en 3,09 metros con la propuesta 1 y de 1,2 metros con la propuesta 2. El operador 4 amplía la distancia recorrida en 3,09 metros con la propuesta 1 y en 1,2 metros con la propuesta 2.

Finalmente, el operario 5 amplía la distancia recorrida en 0,46 metros y la reduce en 6,15 metros con la propuesta 2.

6.4.3 Análisis de la distribución de planta

La simulación basada en el proceso actual a partir de la recolección de la información, y el uso de las metodologías SLP y CORELAP, permitieron identificar las mejores ubicaciones de las áreas y recorridos de los operarios que intervienen en el proceso de producción del buzo táctico y el pantalón combak, de este modo, una vez obtenido el esbozo CAD correspondiente, se prosiguió a trazar las conexiones entre las áreas dependientes del proceso productivo, mostrado previamente en los diagramas de flujo, además, con los datos recopilados de distancias, se muestra la mejoría en cada propuesta con respecto a las distancias recorridas por los operarios de acuerdo a los Layout. Los resultados se muestran a continuación.

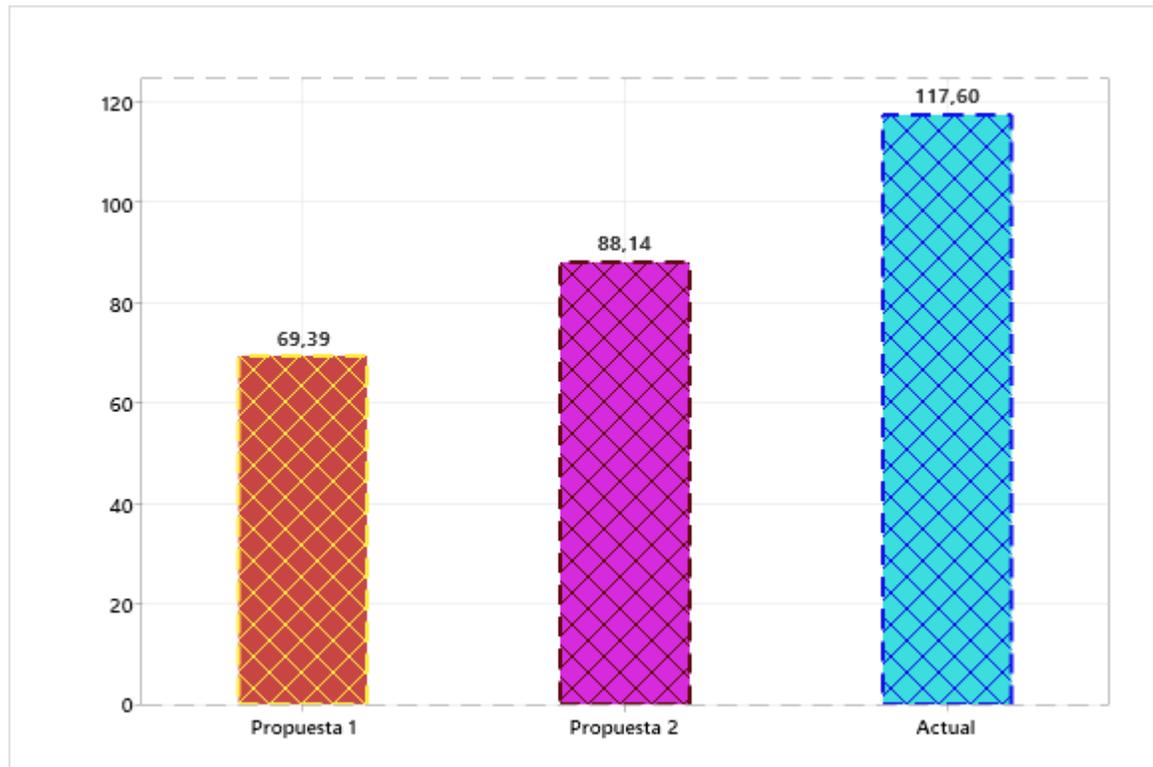
Tabla 31. Comparación distancias pantalón combak

Cambio de Distancias en metros (Pantalón Combak)			
	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Operario	Distancias (Metros)	Distancias (Metros)	Distancias (Metros)
Operario 1	16,71	6,84	8,99
Operario 2	52,71	15,07	42,3
Operario 3	21,06	15,73	13,04
Operario 4	3,41	6,5	4,2
Operario 5	23,71	25,25	19,61
Distancia total	117,6	69,39	88,14
Porcentaje %	100%	41%	25%

Fuente: Autores

La tabla anterior muestra una notoria diferencia entre las distancias con la propuesta 1 y 2 para la fabricación del pantalón combak. Observando el recorrido total de la planta actual con 117,6 m y disminuye levemente en la propuesta 1 (69,39 m), es clara la disminución mejorando un 83% y con la propuesta 2 con un recorrido de 88,14m (una mejora del 25%).

Figura 54.Distancias recorridas en metros para pantalón combak



Fuente: Autores apoyo en Minitab

De acuerdo con la figura 54, al comparar las distancias recorridas se evidencia que con la distribución actual es más prolongado el recorrido para la fabricación del pantalón táctico que con la propuesta 1 y 2, de acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que la propuesta 1 cuenta con un mejor recorrido en el proceso productivo.

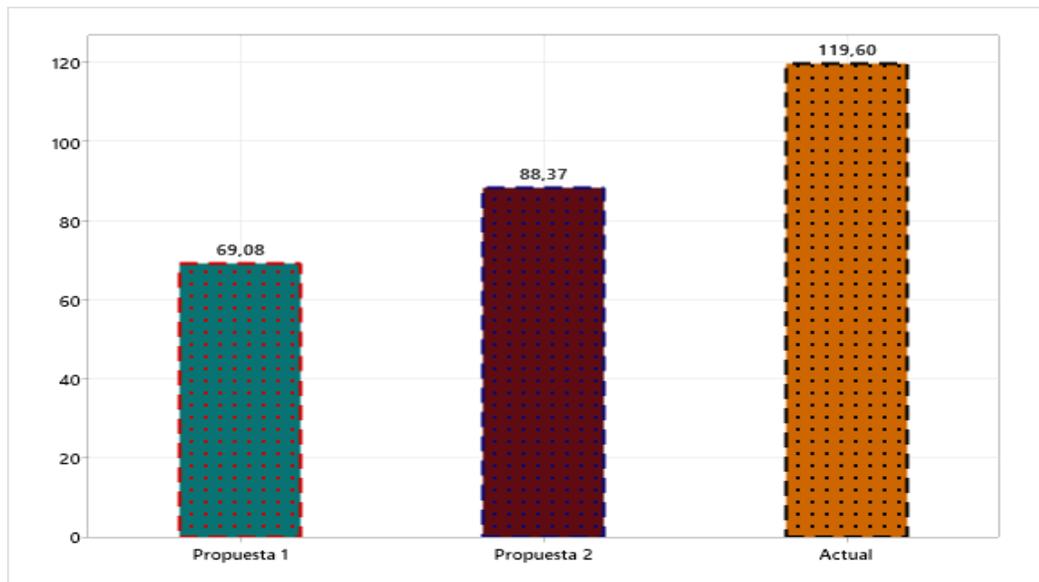
Tabla 32. Comparación de distancias del buzo táctico

Cambio de tiempos en metros (buzo táctico)			
	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Operario	Distancias (metros)	Distancias (metros)	Distancias (metros)
Operario 1	16,71	6,55	8,65
Operario 2	52,71	15,07	42,29
Operario 3	21,06	15,71	13,26
Operario 4	3,41	6,5	4,61
Operario 5	25,71	25,25	19,56
Suma total	119,6	69,08	88,37
Porcentaje %	100%	42%	26%

Fuente: Autores

La tabla 31 muestra una notoria diferencia entre las distancias con la propuesta 1 y 2 para la fabricación del buzo táctico. En el escenario actual tiene un recorrido de los operarios 119,6 metros, disminuyendo unos 69,08 metros en el escenario 1 y 88,37 en el escenario 2, observando una mejoría del 42% en la propuesta 1 y un 26% de la propuesta 2.

Figura 55.Distancias recorrida en metros buzo táctico



Fuente: Autores apoyo en Minitab

De acuerdo con el gráfico anterior, al comparar las distancias recorridas se evidencia que con la distribución actual es más prolongado el recorrido para la fabricación del buzo táctico que con la propuesta 1 y 2, donde la propuesta 1 tiene un menor recorrido de 69,08, siendo la alternativa adecuada para el diseño en planta de la empresa Arben S.A.S.

CONCLUSIONES

El diagnóstico de la distribución en planta actual de la empresa de textiles ARBEN S.A.S., de la ciudad de Popayán muestra que los tres pisos que ocupa la empresa se orientan al proceso productivo de fabricación, evidenciando recorridos prolongados entre las áreas que deberían tener una proximidad como ocurre con el almacén de materia prima y la zona de producción, produciendo notorias demoras. Esta situación también es manifestada por los trabajadores, la mitad de ellos considera que la empresa presenta una inadecuada distribución en planta, lo que no le permite llevar a cabo sus labores de manera eficiente.

El estudio de tiempos muestra que la fabricación del pantalón canva supera las 5 horas, lo que permite una producción de 2 unidades diarias; las tareas que más tardan en realizarse son el corte y preparación de la tela. El buzo táctico tarda en fabricarse alrededor de 3 horas, lo que permite una producción de 3 unidades; las tareas que representan las demoras son corte y la preparación de la tela. En este sentido, la unidad estándar de producción que muestra el porcentaje de participación en tiempo por cada hora, revela que la tarea de corte ocupa un 13% y la preparación de tela un 9%.

A través del diagrama de hilo actual de la empresa, se observa que tanto el recorrido de materia prima como de mano de obra presentan trayectos extensos que alcanzan los 116.79 metros, lo que ocasiona demoras en el proceso. Particularmente, la zona de almacén de materia prima y el área de producción tienen una distancia prolongada al estar ubicada en diferentes niveles. Este panorama se presenta también entre las áreas de corte y producción.

Mediante esta investigación se definieron dos propuestas de diseño de distribución en planta mediante la metodología de Planificación Sistemática Layout – SLP. Ambos diseños integran las áreas productivas de trabajo, materiales, equipos, maquinarias y el recurso humano con lo cual se logra resultados positivos en la productividad mediante la reducción de los recorridos y trayectos cruzados que pueden ocasionar accidentes de trabajo.

Por un lado, con la propuesta 1, el cursograma analítico para la fabricación del pantalón combak refleja una disminución en la distancia total de recorrido en metros, pasando de 116 a 71 metros lo cual equivale a una reducción del 39%. Sin embargo, este descenso no se extiende al tiempo de fabricación en horas/hombre que sólo se redujo un 2% al pasar de 5 horas 33 minutos a 5 horas 25 minutos. Por otro lado, la propuesta 2 también evidencia mejoras en la distancia de recorrido en metros, los cuales pasan de 117 a 81 metros equivalente a una reducción del 30%, no obstante, como con la propuesta 1, el tiempo de fabricación se mantiene con una mínima reducción del 2% pasando de 5 horas 33 minutos a 5 horas 27 minutos.

En este sentido, se deriva que el cambio con más notoriedad esbozado con las propuestas se presenta en la distancia total de recorrido la cual se reduce en un tercio aproximadamente. Si bien las mejoras planteadas no se reflejan en los tiempos de fabricación cuya reducción es limitada, posiblemente si se pueden exteriorizar en los tiempos muertos, los mismos que pueden estimarse una vez la empresa decida implementar una de las propuestas, con lo que se puede generar un análisis de cálculo de producción más eficiente.

Por último, la simulación en Flexsim puso de manifiesto que las unidades reales producidas al día para el pantalón combak con las propuestas de distribución de planta corresponde a 3 prendas. Esta mejora en la producción se consigue a través de la optimización en la utilización de cada máquina durante el proceso de fabricación en función del tiempo y de la ocupación, identificándose que la máquina plana tiene el mayor uso con un 97,73%, seguido de la cortadora con el 16.12% y la fileteadora con un 14,79%. Así mismo, la simulación ratificó la notoria diferencia entre las distancias de recorrido con la propuesta 1 y 2 para la fabricación del pantalón combak comparada con la distribución actual, reflejando que con ambas propuestas se alcanza una reducción superior al 25%

RECOMENDACIONES

Para futuros estudios se sugiere realizar el análisis de los demás productos que hacen parte del portafolio de la empresa, de esta manera, se lograría soportar el registro de las actividades que se llevan a cabo en todo el proceso de producción, permitiendo planear posteriores mejoras orientadas a la ampliación de la planta de producción.

Así mismo, se recomienda a la empresa considerar una de las propuestas consignadas en el documento, las cuales le permitirán mejorar los espacios actuales logrando un mejor flujo tanto de personas, como de materiales, suministros y productos finales. También, las propuestas optimizan la organización de las máquinas y equipos utilizados en el proceso de producción, facilitando a los operarios la realización de sus labores que se ejecutarían de manera continua y sin tiempos muertos.

El uso del software para el diseño de distribución en planta permite la generación de diversas alternativas, las cuales se analizan considerando múltiples factores y elementos presentes en cada contexto organizacional, y para ser más puntuales, se debe tener en cuenta cada área y puesto de trabajo involucrado, de esta manera, se producen resultados más confiables y con reducidos niveles de error.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] OIT, "Textiles; vestido; cuero; calzado," Ginebra, 2019. Accessed: Apr. 22, 2021. [Online]. Available: <https://www.ilo.org/global/industries-and-sectors/textiles-clothing-leather-footwear/lang-es/index.htm>.
- [2] UN, *World Trade Statistical Review 2020*, vol. 2. Washington: World Trade Statistical Review, 2020.
- [3] P. A. Espinel González, D. M. Aparicio Soto, and A. J. Mora, "Sector textil colombiano y su influencia en la economía del país," *Punto de vista*, vol. 9, no. 13, pp. 18–24, Feb. 2018, doi: 10.15765/pdv.v9i13.1118.
- [4] C. de C. del Cauca, "Informe comercio textil. Empresas aliadas, empleo e ingresos acumulados," *Informe*, vol. 53, no. 9, pp. 1–53, 2019.
- [5] ARBEN S.A.S, "Informe de gestión directiva." Popayán, pp. 1–37, 2019.
- [6] W. Reina Gutiérrez, I. Sepúlveda, and G. González, "Análisis semi-paramétrico de los factores asociados a la sostenibilidad de los emprendimientos," *rev.fac.cienc.econ*, vol. xxvi, no. 1, pp. 163–180, 2018, doi: 10.18359/rfce.3144.
- [7] D. Cárdenas, "Propuesta de distribución de planta y de ambiente de trabajo para la nueva instalación de la empresa Mv Contrucciones Ltda de la comuna de Llanquihue.," Universidad Austral de Chiles, Puerto Montt, Chile, 2017.
- [8] F. Sadeghpour and M. Andayesh, "The constructs of site layout modeling: An overview," *Can. J. Civ. Eng.*, vol. 42, no. 3, pp. 199–212, Jan. 2015, doi: 10.1139/cjce-2014-0303.
- [9] A. L. V. Santos and R. R. Reis, "a Importância Do Layout Para As Empresas," *Rev. Interface Tecnológica*, vol. 16, no. 2, pp. 157–168, 2019, doi: 10.31510/infa.v16i2.677.
- [10] P. A. Pérez Gosende, "An approach to industrial facility layout evaluation using a performance index," *RAE Rev. Adm. Empres.*, vol. 56, no. 5, pp. 533–546, 2016, doi: 10.1590/S0034-759020160507.
- [11] M. A. Rodríguez Martínez and M. Y. Pantoja Guevara, "Diseño de distribución en planta de la empresa COANDES (comercializadora y productora de Los Andes)," Fundación Universitaria de Popayán, 2018.
- [12] H. Paz Orozco, J. D. Cañar Truque, L. Plazas Pemberthy, and H. Angulo Sinisterra, "Propuesta para un diseño de distribución en planta en el área de separado para la empresa de alimentos cárnicos S.A.S, evaluada mediante una herramienta de simulación - Flexsim," *Publicaciones e Investig.*, vol. 12, no. 2, pp. 83–93, Jul. 2018, doi: 10.22490/25394088.2961.
- [13] G. Bedoya and M. Erazo, "Propuesta para el diseño e implementación de una planta procesadora de trucha arcoíris congelado y empacado al vacío para la

- asociación 'Granja Agropecuaria Santa Leticia,'" Universidad del Cauca, 2019.
- [14] Y. Anacona and C. Ospina, "Diseño de la distribución en planta en la Industria Licorera del Cauca mediante el método heurístico Craft y simulación de eventos discretos," Corporación Universitaria Comfacauc, 2019.
- [15] E. Orozco-Crespo, N. Sablón-Cossío, K. E. Barrezueta-Arias, and F. Sánchez-Galván, "Diseño de layout en un almacén del Ingenio Azucarero de Imbabura, Ecuador," *Ing. Ind.*, vol. 41, no. 1, pp. 1–17, 2020.
- [16] E. A. Mau Dongo and E. R. Merino Zavaleta, "Diseño de una nueva planta para optimizar la capacidad de producción de una MYPE del sector plástico , basado en los principios del Systematic Layout Planning , 5s y Gestión de proyectos," Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021.
- [17] E. J. Avilés Avilés, "Diseño y distribución en planta para la Empresa REENCAVI Compañía Anónima," Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, 2019.
- [18] C. Okpala and M. Chukwumuanya, "Plant layouts' analysis and design," *Int. J. Adv. Eng. Technol. E-ISSN*, vol. vii, no. iii, pp. 201–6, 2016.
- [19] F. Herrera, "Propuesta de diseño de layout para estandarización de bodegas almacenadoras de materiales de construcción: Galilea S.A.," Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaiso, Chile, 2016.
- [20] W. R. Nyemba and C. Mbohwa, "Modelling, simulation and optimization of the materials flow of a multi-product assembling plant ," *Procedia Manuf.*, vol. 8, pp. 59–66, 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.02.007.
- [21] C. Mayorga Abril, M. Ruiz Guajala, L. Mantilla, and M. Moyolema Moyolema, "Procesos de producción y productividad en la industria de calzado ecuatoriana: caso empresa Mabelyz," *ECA Sinerg.*, vol. 6, no. 2, pp. 88–100, 2015, doi: 10.33936/eca_sinergia.v6i2.331.
- [22] E. Fernández, M. Fernández, and L. Avella, *Estrategia de producción*, Cuarta. México: Mc Graw Hill, 2017.
- [23] T. Fontalvo Herrera, E. De la Hoz Granadillo, and J. Morelos Gómez, "La Productividad Y Sus Factores: Incidencia En El Mejoramiento Organizacional," *Dimens. Empres.*, vol. 16, no. 1, pp. 47–60, 2018.
- [24] J. Medina, *Modelo integral de productividad*. Bogotá: Fondo de Publicaciones Universidad Sergio Arboleda, 2015.
- [25] A. Gálvez Mendoza, J. P. Trejo Mendoza, and J. D. Estrada Barrera, "Redistribución De Planta En La Empresa Laboratorio Jaba S.A. de C.V.," *Rev. Ing. y Tecnol. para el Desarro. Sustentable*, vol. 7, pp. 27–34, 2019, Accessed: Apr. 22, 2021. [Online]. Available: http://reingtec.itsoeh.edu.mx/docs/vol7_2019reingtec/Galvez Mendoza 27-34 IIND_.pdf.
- [26] P. A. Sánchez, F. Ceballos, and G. Sánchez Torres, "Análisis del proceso

- productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación,” *Cienc. e Ing. Neogranadina*, vol. 25, no. 2, pp. 137–150, Jan. 2015, doi: 10.15665/RE.V13I1.348.
- [27] R. Casadiego, *Guía de usuario para el modelamiento y análisis con el software Flexsim*, Primera. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, 2016.
- [28] F. Ceballos, J. Pablo Betancur Villegas, J. Diego Betancur Villegas, and I. Tecnológico Metropolitano, “Simulación Discreta Aplicada a Los Modelos De Atención En Salud,” *Innov. Ing.*, vol. 2, no. 2, pp. 10–14, 2016.
- [29] D. Unrau, “Survey and Comparison of Modelling Software,” Canadá, 2016.
- [30] F. García, “Diseño de un modelo de simulación de eventos discretos, para la mejora en la línea de producción de tejido industrial sección c, en la empresa guantes internacionales ,” CIATEQ, Lerma, México, 2020.
- [31] Atlas Consultora, “Simulación por eventos discretos y cuándo simular ,” *Informativa*, Aug. 17, 2020. <https://www.atlasconsultora.com/simulacion-por-eventos-discretos-y-cuando-simular/> (accessed May 05, 2022).
- [32] Universidad de la República de Uruguay, “Herramientas para Simulación a Eventos Discretos,” Uruguay, Oct. 2015.
- [33] Paragon Decision Science, “Diferencias Entre Los Tipos De Simulación,” 2. Brasil, pp. 1–7, 2019, [Online]. Available: <https://www.paragon.com.br/es/diferencias-entre-los-tipos-de-simulacion/>.
- [34] S. G. Moncada-Hernández, “Cómo realizar una búsqueda de información eficiente. Foco en estudiantes, profesores e investigadores en el área educativa,” *Investig. en Educ. Médica*, vol. 3, no. 10, pp. 106–115, 2014, Accessed: Oct. 29, 2021. [Online]. Available: <http://riem.facmed.unam.mx>.
- [35] M. Flessas, V. Rizzardi, G. L. Tortorella, D. Fettermann, and G. A. Marodin, “Layout performance indicators and systematic planning: A case study in a Southern Brazilian restaurant,” *Br. Food J.*, vol. 117, no. 8, pp. 2098–2111, Aug. 2015, doi: 10.1108/BFJ-01-2015-0012.
- [36] L. O. Alpala, M. del M. E. Alemany, D. H. Peluffo-Ordoñez, F. Bolaños, A. M. Rosero, and J. C. Torres, “Methodology for the design and simulation of industrial facilities and production systems based on a modular approach in an ‘industry 4.0’ context •,” *DYNA*, vol. 85, no. 207, pp. 243–252, Oct. 2018, doi: 10.15446/dyna.v85n207.68545.
- [37] Q. L. Lin, H. C. Liu, D. J. Wang, and L. Liu, “Integrating systematic layout planning with fuzzy constraint theory to design and optimize the facility layout for operating theatre in hospitals,” *J. Intell. Manuf.*, vol. 26, no. 1, pp. 87–95, Feb. 2015, doi: 10.1007/s10845-013-0764-8.
- [38] B. S. Kumar, G. J. Raju, and G. R. Janardhana, “Simulation Modelling and Analysis of Flexible Manufacturing Systems with flexsim software,” *Res. J. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 1, p. 91, 2018, doi: 10.5958/2321-581x.2018.00013.2.

- [39] D. Suhardini, W. Septiani, and S. Fauziah, "Design and Simulation Plant Layout Using Systematic Layout Planning," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Dec. 2017, vol. 277, no. 1, p. 012051, doi: 10.1088/1757-899X/277/1/012051.
- [40] O. Sutari, S. Rao U, M. Tech, and A. Professor, "Development of Plant Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) To Maximize Production-A Case Study," *Int. J. Mech. Prod. Eng.*, no. 2, pp. 2320–2092, 2015.
- [41] S. B. Patil and S. S. Kuber, "Productivity improvement in plant by using systematic layout planning (SLP) - a case study of medium scale industry," *IJRET Int. J. Res. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 4, pp. 2321–7308, 2016, Accessed: Apr. 22, 2021. [Online]. Available: <http://www.ijret.org>.
- [42] R. Hossain, K. Rasel, and S. Talapatra, "Increasing Productivity through Facility Layout Improvement using Systematic Layout Planning Pattern Theory," *Glob. J. Res. Eng. J Gen. Eng.*, vol. 14, no. 7, pp. 71–76, 2015.
- [43] Congreso de Colombia, *Ley 590*. DO 44.078, 2000, pp. 1–15.
- [44] Ministerio de Trabajo, *Resolución 2400 de 1979*. 1979, p. 126.
- [45] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and M. del P. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*. Mexico, 2015.
- [46] V. Jimenez Chaves and C. Comet Weiler, "Los estudios de casos como enfoque metodológico," *Academo*, vol. 3, no. 2, p. 5, 2016.
- [47] M. Real-Loor and E. Marcillo, "Adaptações curriculares em ambientes virtuais de aprendizagem," *Dominio las Ciencias*, vol. 7, no. 1, pp. 951–970, Feb. 2021, doi: 10.23857/dc.v7i1.1750.
- [48] G. Kanawaty, *Introducción al Estudio de Trabajo*, Primera. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo, 1996.
- [49] Y. Martínez, "Tiempo estándar segundos, minutos, USP Total," Antioquia, Colombia, 2018.
- [50] G. Puma, "Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa 'Prefabricados del Austro,'" Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2011.
- [51] F. Meyers and M. Stephens, *Diseño de instalaciones de manufactura*, Tercera. México, DF: Pearson Educación, 2006.
- [52] O. Calderón, "Diseño de la distribución en planta para la línea de producción en la empresa tejidos Marko's," Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2018.
- [53] H. Mejia, M. Wilches, M. Galofre, and Y. Montenegro, "Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución," *Redalyc*, vol. 16, no. 49, pp. 1–7, 2011, [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84922625011>.
- [54] A. C. Sembiring, I. Budiman, A. Mardhatillah, U. P. Tarigan, and A. Jawira, "An application of corelap algorithm to improve the utilization space of the

classroom,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1007, no. 1, pp. 1–8, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1007/1/012026.

- [55] I. Simón-Marmolejo and M. Ortiz, *Un primer paso a la simulación con FlexSim*, Segunda. España: FlexSim Iberia, 2019.
- [56] L. Marrone, “Caracterización de Tráfico-Distribución de Johnson SB,” in *XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2017, pp. 1–10.

ANEXOS

Anexo 1. Inventario de máquinas y equipos utilizados en ARBEN S.A.S.

ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 1 de 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPO		
SECCIÓN	Corte	
MAQUINA	Round knife cutter	
MODELO	RC-280	
MOTOR	110V, 1ph, 50/60Hz 220v, 1ph, 50/60Hz	
ENERGÍA	100w	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	Marco de sostenimiento, palanca basculante, barra de sostenimiento	
OPCIONES	Operación con mango corto, operación con mango largo	
TAMAÑO DE HOJA	4 octavos, 4 rondas	
CAPACIDAD DE CORTE	1 pulgada (2.54cm)	
		

COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 2 de 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPO		
SECCIÓN	Producción	
MAQUINA	SIRUBA -Plana industrial	
MODELO	I720 -m1	
MOTOR	½ caballo,3450 rpm-dimensiones, cm 60*24*60	
ENERGÍA	110w	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	<ul style="list-style-type: none"> -Maquina ajuste semi pesado -Largo de puntada 5 y7 mm -Lubricación automática -Barra de aguja cubo gruesa 	
OPCIONES	Altura de la elevación de prensatelas (mm 5,5), altura máxima de elevación del prensatelas (mm,13)	
TAMAÑO DE AGUJA	DBX1 GROZ-BECKERT (ALEMANIA)	
VELOCIDAD	5000	



COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 3 de 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPO		
SECCIÓN	Corte	
MAQUINA	Round knife cutter	
MODELO	RC-280	
MOTOR	1.25 hp	
ENERGÍA	110w	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	Base pulida y diseñada aerodinámica para reducir la tensión con la t	
OPCIONES	Hoja delantera recta, hoja con punta en Angulo, hoja ondulada, hoja ondulada rasurada	
TAMAÑO DE HOJA	Cuchilla recta de 8	
CAPACIDAD DE CORTE	16.5 cm	
		

COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 4 de 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPO		
SECCIÓN	Producción	
MAQUINA	ZOJE-Plana industrial	
MODELO	ZJ-A6000-G	
MOTOR	½ caballo,3450 rpm-dimensiones, cm 60*24*60	
ENERGÍA	110v	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	<ul style="list-style-type: none"> -Caja de control integrada al cabezal -Motor directo incorporado -Posicionado de aguja -Regulador de velocidad -Botón para remate y media puntada -Lux led 	
OPCIONES	Altura de la elevación de prénsatelas (mm 10), altura máxima de elevación del prensatelas (mm,13)	
TAMAÑO DE HOJA	Nº 1	
CAPACIDAD DE CORTE	4500	
		

COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 5de 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPO		
SECCIÓN	Producción	
MAQUINA	Singer-Plana industrial	
MODELO	4423	
MOTOR	½ caballo,3450 rpm-dimensiones, cm 15,5*6,5*12	
ENERGÍA	120v	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	<ul style="list-style-type: none"> - Motor integrado a cabeza -Corte de hilo -Remate -Levantamiento de pie automático -Posicionado de aguja 	
OPCIONES	Altura de la elevación de prénsatelas (mm 10), altura máxima de elevación del prénsatelas (mm,13)	
TAMAÑO DE HOJA	N° 1	
CAPACIDAD DE CORTE	1,100	
		

COMERCIALIZADOR A ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 6 DE 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS		
SECCIÓN	Gerencia	
MAQUINA	Impresora Epson	
MODELO	sc-t5270	
METODO DE IMPRESIÓN	Precisioncore-tfp print head	
ENERGÍA	60watt ,3 watt(reposo),0,5 watt (apagado)	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	-Pantalla lcd: tipo-color, diagonal:6,8 cm -Dimensiones del producto:1.405x813x1.128mm(largo, ancho, altura) -Peso:84kg -Software incluido -Sistemas operativos compatible	
TECNOLOGIA DE TINTA	Ultrachrome pigmento a base de agua	
TAMAÑO DE AGUJA	Dbx1 groz-beckert (Alemany)	
VOLTAJE DE SUMINISTRO	Ac 100v-240v,50hz-60hz	
LIBRO DE PIEZAS Y ENSAMBLE	https://www.onlinecomputer.com.co/articulos/activos/archivos/epson_sc-t5270_especificaciones.pdf https://www.manualpdf.es/epson/surecolor-t5270/manual?p=11	
		

COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 7 DE 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS		
SECCIÓN	Producción	
MAQUINA	Zoje-botonadura eléctrica	
MODELO	Zj1903b	
MOTOR	550w	
ENERGÍA	120v	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	<ul style="list-style-type: none"> -Lubricación automática -Ciclo de costura automática -La línea de corte de los sistemas automáticos -Levantamiento de pie automáticos -Posicionado de aguja 	
OPCIONES	Altura de la elevación de prénsatelas (mm 10), altura máximo de elevación del prénsatelas (mm,13)	
TAMAÑO DE AGUJA	1 aguja: DPX5J11-14NORMA	
VELOCIDAD	2500 ppm	
		

COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 8 DE 14

ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

SECCIÓN	Producción
MAQUINA	Máquina de coser
MODELO	JACK- zj5821A/04
MOTOR	550w
ENERGÍA	220v
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	- Máquina electrónica semiautomática de ojal recto.
OPCIONES	-Panel de Control.
TAMAÑO DE AGUJA	-Apta para todo tipo de tejidos.
VELOCIDAD	-Lubricación automática y gran facilidad de manejo.



COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 9 DE 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS		
SECCIÓN	Producción	
MAQUINA	Máquina de coser plana	
MODELO	SINGER 191D20	
MOTOR	½ caballo,3450 rpm-dimensiones, cm 15,5*6,5*12	
ENERGÍA	120v	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	<ul style="list-style-type: none"> -Largo puntada de fácil ajuste -Cámara plana -Devanado de bobina en el tablero -Funcionamiento suave y largo de punta hasta 5 mm -Ajuste leve medio 	
OPCIONES	Altura de la elevación de prénsatelas (mm 10), altura máxima de elevación del prénsatelas (mm,13)	
TAMAÑO DE AGUJA	N° 1	
VELOCIDAD	5,500	
		

COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 10 DE 14

ESPECIFICACIONES DE EQUIPO

SECCIÓN	Producción
MAQUINA	Maquina plana
MODELO	Sew King sk - 8900c
MOTOR	Potencia de 1/2 caballo (370 watts) ahorro 60 de energía
ENERGÍA	120v
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	-Costura recta luz led -Altura del prensatelas de 5 a 12mm. -Apta para todo tipo de tejidos. -Lubricación automática trabaja con una (1) aguja. -Motor servo bajo consumo
OPCIONES	Aumento del pie prensatelas: 12 mm
TAMAÑO DE AGUJA	Aguja dbx1 cubo delgado de 11 a 14
VELOCIDAD	4500 sti / min



COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 11 DE 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPO		
SECCIÓN	Producción	
MAQUINA	Jack	
MODELO	JK-T1900BSK	
MOTOR		
ENERGÍA	220v	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	<ul style="list-style-type: none"> -Presilladora electrónica -Hasta 200 patrones, fácil de actualizar -Puede ser utilizada para materiales pesados -Costura de patrones pequeños -Tipo de material media luz -Longitud de la puntada, mm 0,1-10 -Plataforma manga -Espesor de la aguja No. 80 - 120 -Número de hilos 2 -Altura de elevación del prénsatelas, mm trece -Automatización hay -Dispositivo de corte de hilo automático hay -Velocidad máxima de costura 400-3000 sti / min -Características del motor Servo incorporado -Longitud de la presilla, mm 20 -Peso, kg 55/61 (neto / bruto) -Dimensiones, cm 80 x 405 x 520 (cabeza) -frecuencia Hz cincuenta 	
TAMAÑO DE AGUJA	DPX5 Nª 1	
VELOCIDAD	400-3000 min	
		

COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 12 DE 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS		
SECCIÓN	Producción	
MAQUINA	Jontex Overlock	
MODELO	JACK- zj5821A/04	
MOTOR	JT-757N-516M2-35	
ENERGÍA	110V-220v	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	<ul style="list-style-type: none"> -Diseño totalmente ergonómico haciendo totalmente más sencillo en manejo para el operador. -Número de agujas 3 -Número de costuras 2. -Conos 5. -Largo de costura:0,5-4,2 -Levantamiento de pie :6 Largo puntada:0,7-2 	
OPCIONES	Aumento del pie prénsatelas: 12 mm	
TAMAÑO DE AGUJA	DCX27 Nª 14	
VELOCIDAD	6500 min	
		

COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 13 DE 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS		
SECCIÓN	Producción	
MAQUINA	OJALADORA	
MODELO	JACK- zj5821A/04	
MOTOR	Direct Drive	
ENERGÍA	110V-220v	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	<ul style="list-style-type: none"> -longitud del ojal 6.4 – 25.4 mm, longitud de corte 6.4 – 19.1 mm, máx. pie prensatelas 12 mm, máx. -Menor consumo eléctrico. -Mayor durabilidad. -Mayor torque (poder de penetración). -Menor vibración. -Más silencioso. -Lubricación automática. -Control Touch Screen de 7". -Área de costura de 30 x 5 mm. -Corte de hilo automático. -Tensión de hilo regulada electrónicamente. -Altura de prensatela de 17mm. Sistema de aguja DPx5. 	
OPCIONES	sistema de agujas 135 x 5	
TAMAÑO DE AGUJA	DPx5. Nª 1	
VELOCIDAD	3.600 S.P.M	
		

COMERCIALIZADORA ARBEN S.A.S	FORMATO DE HOJA DE VIDA DE EQUIPO	VERSIÓN: 2
		CÓDIGO:
		PÁGINA: 14 DE 14
ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS		
SECCIÓN	Producción	
MAQUINA	PLANA SUNSTAR PESADA	
MODELO	KM-250B	
MOTOR	Motor 1/2HP y 3450 RPM	
ENERGÍA	110V-220v	
CARACTERÍSTICA ESTANDERES	<ul style="list-style-type: none"> -Máquina plana - Una aguja - Costura recta - Diente de arrastre - Lubricación automática para materiales pesados - Largo de punta 7mm. 	
TAMAÑO DE AGUJA	Nº 1	
VELOCIDAD	550 min	
		

Anexo 2.Cálculo de la USP del pantalón combak militar

Elemento1. Preparar materia prima	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:20:00	100,0%	0:20:00	26,0%	0:25:12	0:01:00	0:26:12
Muestra 2	0:20:15	95,0%	0:19:14	26,0%	0:24:14	0:01:00	0:25:14
Muestra 3	0:21:32	95,0%	0:20:27	26,0%	0:25:47	0:01:00	0:26:47
Muestra 4	0:20:15	100,0%	0:20:15	26,0%	0:25:31	0:01:00	0:26:31
Muestra 5	0:21:36	100,0%	0:21:36	26,0%	0:27:13	0:01:00	0:28:13
Muestra 6	0:21:02	100,0%	0:21:02	26,0%	0:26:30	0:01:00	0:27:30
Muestra 7	0:20:14	95,0%	0:19:13	26,0%	0:24:13	0:01:00	0:25:13
Muestra 8	0:20:00	100,0%	0:20:00	26,0%	0:25:12	0:01:00	0:26:12
Muestra 9	0:21:05	100,0%	0:21:05	26,0%	0:26:34	0:01:00	0:27:34
Muestra 10	0:20:36	105,0%	0:21:38	26,0%	0:27:15	0:01:00	0:28:15
	0:20:39		0:20:27		0:25:46		0:26:46

Elemento 2. Corte	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:30:00	100,0%	0:30:00	26,0%	0:37:48	0:01:00	0:38:48
Muestra 2	0:30:40	95,0%	0:29:08	26,0%	0:36:42	0:01:00	0:37:42
Muestra 3	0:31:00	95,0%	0:29:27	26,0%	0:37:06	0:01:00	0:38:06
Muestra 4	0:31:20	100,0%	0:31:20	26,0%	0:39:29	0:01:00	0:40:29
Muestra 5	0:30:20	100,0%	0:30:20	26,0%	0:38:13	0:01:00	0:39:13
Muestra 6	0:31:15	95,0%	0:29:41	26,0%	0:37:24	0:01:00	0:38:24
Muestra 7	0:30:22	100,0%	0:30:22	26,0%	0:38:16	0:01:00	0:39:16
Muestra 8	0:31:45	95,0%	0:30:10	26,0%	0:38:00	0:01:00	0:39:00
Muestra 9	0:30:40	100,0%	0:30:40	26,0%	0:38:38	0:01:00	0:39:38
Muestra 10	0:30:18	100,0%	0:30:18	26,0%	0:38:11	0:01:00	0:39:11
	0:30:46		0:30:09		0:37:59		0:38:59

Elemento 3. Hacer tapa delantera y lateral	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:11:48	100,0%	0:11:48	26,0%	0:14:52	0:02:00	0:16:52
Muestra 2	0:13:20	85,0%	0:11:20	26,0%	0:14:17	0:02:00	0:16:17
Muestra 3	0:12:00	95,0%	0:11:24	26,0%	0:14:22	0:02:00	0:16:22
Muestra 4	0:11:40	100,0%	0:11:40	26,0%	0:14:42	0:02:00	0:16:42
Muestra 5	0:11:20	100,0%	0:11:20	26,0%	0:14:17	0:02:00	0:16:17
Muestra 6	0:12:30	95,0%	0:11:52	26,0%	0:14:58	0:02:00	0:16:58
Muestra 7	0:11:13	100,0%	0:11:13	26,0%	0:14:08	0:02:00	0:16:08
Muestra 8	0:11:55	100,0%	0:11:55	26,0%	0:15:01	0:02:00	0:17:01
Muestra 9	0:12:16	95,0%	0:11:39	26,0%	0:14:41	0:02:00	0:16:41
Muestra 10	0:11:49	100,0%	0:11:49	26,0%	0:14:53	0:02:00	0:16:53
	0:11:59		0:11:36		0:14:37		0:16:37

Elemento 4. Hacer bolsillo lateral	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:05:36	100,0%	0:05:36	26,0%	0:07:03		0:07:03
Muestra 2	0:05:10	100,0%	0:05:10	26,0%	0:06:31		0:06:31
Muestra 3	0:06:02	95,0%	0:05:44	26,0%	0:07:13		0:07:13
Muestra 4	0:05:45	100,0%	0:05:45	26,0%	0:07:15		0:07:15
Muestra 5	0:05:40	100,0%	0:05:40	26,0%	0:07:08		0:07:08
Muestra 6	0:06:50	85,0%	0:05:48	26,0%	0:07:19		0:07:19
Muestra 7	0:05:55	100,0%	0:05:55	26,0%	0:07:27		0:07:27
Muestra 8	0:06:22	90,0%	0:05:44	26,0%	0:07:13		0:07:13
Muestra 9	0:05:58	100,0%	0:05:58	26,0%	0:07:31		0:07:31
Muestra 10	0:06:20	90,0%	0:05:42	26,0%	0:07:11		0:07:11
	0:05:58		0:05:42		0:07:11		0:07:11

Elemento 5. Hacer rodillera	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:12:18	100,0%	0:12:18	26,0%	0:15:30		0:15:30
Muestra 2	0:13:45	90,0%	0:12:22	26,0%	0:15:36		0:15:36
Muestra 3	0:12:50	100,0%	0:12:50	26,0%	0:16:10		0:16:10
Muestra 4	0:13:20	90,0%	0:12:00	26,0%	0:15:07		0:15:07
Muestra 5	0:12:59	100,0%	0:12:59	26,0%	0:16:22		0:16:22
Muestra 6	0:14:50	85,0%	0:12:37	26,0%	0:15:53		0:15:53
Muestra 7	0:12:20	100,0%	0:12:20	26,0%	0:15:32		0:15:32
Muestra 8	0:12:47	100,0%	0:12:47	26,0%	0:16:06		0:16:06
Muestra 9	0:12:31	100,0%	0:12:31	26,0%	0:15:46		0:15:46
Muestra 10	0:13:10	95,0%	0:12:30	26,0%	0:15:46		0:15:46
	0:13:05		0:12:31		0:15:47		0:15:47

Elemento 6. Hacer bolsillo delantero	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:09:56	100,0%	0:09:56	26,0%	0:12:31		0:12:31
Muestra 2	0:10:05	95,0%	0:09:35	26,0%	0:12:04		0:12:04
Muestra 3	0:09:40	100,0%	0:09:40	26,0%	0:12:11		0:12:11
Muestra 4	0:10:10	95,0%	0:09:39	26,0%	0:12:10		0:12:10
Muestra 5	0:09:59	100,0%	0:09:59	26,0%	0:12:35		0:12:35
Muestra 6	0:08:40	105,0%	0:09:06	26,0%	0:11:28		0:11:28
Muestra 7	0:09:33	100,0%	0:09:33	26,0%	0:12:02		0:12:02
Muestra 8	0:09:42	100,0%	0:09:42	26,0%	0:12:13		0:12:13
Muestra 9	0:10:15	95,0%	0:09:44	26,0%	0:12:16		0:12:16
Muestra 10	0:09:20	100,0%	0:09:20	26,0%	0:11:46		0:11:46
	0:09:44		0:09:37		0:12:08		0:12:08

Elemento 7. Hacer bolsillo rivete	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:20:12	100,0%	0:20:12	26,0%	0:25:27		0:25:27
Muestra 2	0:20:30	100,0%	0:20:30	26,0%	0:25:50		0:25:50
Muestra 3	0:21:06	95,0%	0:20:03	26,0%	0:25:15		0:25:15
Muestra 4	0:19:50	105,0%	0:20:49	26,0%	0:26:14		0:26:14
Muestra 5	0:20:50	100,0%	0:20:50	26,0%	0:26:15		0:26:15
Muestra 6	0:22:09	90,0%	0:19:56	26,0%	0:25:07		0:25:07
Muestra 7	0:20:18	100,0%	0:20:18	26,0%	0:25:35		0:25:35
Muestra 8	0:20:32	100,0%	0:20:32	26,0%	0:25:52		0:25:52
Muestra 9	0:19:49	105,0%	0:20:48	26,0%	0:26:13		0:26:13
Muestra 10	0:20:52	100,0%	0:20:52	26,0%	0:26:18		0:26:18
	0:20:37		0:20:29		0:25:49		0:25:49

Elemento 8. Pegar refuerzo posterior	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:02:00	100,0%	0:02:00	26,0%	0:02:31		0:02:31
Muestra 2	0:01:50	110,0%	0:02:01	26,0%	0:02:32		0:02:32
Muestra 3	0:02:50	100,0%	0:02:50	26,0%	0:03:34		0:03:34
Muestra 4	0:02:17	100,0%	0:02:17	26,0%	0:02:53		0:02:53
Muestra 5	0:01:45	120,0%	0:02:06	26,0%	0:02:39		0:02:39
Muestra 6	0:02:21	100,0%	0:02:21	26,0%	0:02:58		0:02:58
Muestra 7	0:02:36	100,0%	0:02:36	26,0%	0:03:17		0:03:17
Muestra 8	0:01:48	115,0%	0:02:04	26,0%	0:02:36		0:02:36
Muestra 9	0:02:38	100,0%	0:02:38	26,0%	0:03:19		0:03:19
Muestra 10	0:01:57	115,0%	0:02:15	26,0%	0:02:50		0:02:50
	0:02:12		0:02:19		0:02:55		0:02:55

Elemento 10. Filetear parte posterior	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:04:44	100,0%	0:04:44	26,0%	0:05:58	0:01:00	0:06:58
Muestra 2	0:05:05	95,0%	0:04:50	26,0%	0:06:05	0:01:00	0:07:05
Muestra 3	0:04:58	100,0%	0:04:58	26,0%	0:06:15	0:01:00	0:07:15
Muestra 4	0:05:30	90,0%	0:04:57	26,0%	0:06:14	0:01:00	0:07:14
Muestra 5	0:04:15	115,0%	0:04:53	26,0%	0:06:09	0:01:00	0:07:09
Muestra 6	0:05:20	90,0%	0:04:48	26,0%	0:06:03	0:01:00	0:07:03
Muestra 7	0:04:32	100,0%	0:04:32	26,0%	0:05:43	0:01:00	0:06:43
Muestra 8	0:04:48	100,0%	0:04:48	26,0%	0:06:03	0:01:00	0:07:03
Muestra 9	0:05:02	95,0%	0:04:47	26,0%	0:06:01	0:01:00	0:07:01
Muestra 10	0:05:08	95,0%	0:04:53	26,0%	0:06:09	0:01:00	0:07:09
	0:04:56		0:04:49		0:06:07		0:07:04

Elemento 11. Colocar pasadores parte trasera	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:14:52	105,0%	0:15:37	26,0%	0:19:40		0:19:40
Muestra 2	0:15:20	100,0%	0:15:20	26,0%	0:19:19		0:19:19
Muestra 3	0:14:45	105,0%	0:15:29	26,0%	0:19:31		0:19:31
Muestra 4	0:15:10	100,0%	0:15:10	26,0%	0:19:07		0:19:07
Muestra 5	0:15:40	100,0%	0:15:40	26,0%	0:19:44		0:19:44
Muestra 6	0:16:05	95,0%	0:15:17	26,0%	0:19:15		0:19:15
Muestra 7	0:15:53	100,0%	0:15:53	26,0%	0:20:01		0:20:01
Muestra 8	0:16:00	95,0%	0:15:12	26,0%	0:19:09		0:19:09
Muestra 9	0:15:52	100,0%	0:15:52	26,0%	0:20:00		0:20:00
Muestra 10	0:16:08	95,0%	0:15:20	26,0%	0:19:19		0:19:19
	0:15:34		0:15:29		0:19:26		0:19:26

Elemento 12. Colocar pretina delantera	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:11:38	105,0%	0:12:13	26,0%	0:15:23		0:15:23
Muestra 2	0:12:10	100,0%	0:12:10	26,0%	0:15:20		0:15:20
Muestra 3	0:12:30	100,0%	0:12:30	26,0%	0:15:45		0:15:45
Muestra 4	0:11:50	105,0%	0:12:26	26,0%	0:15:39		0:15:39
Muestra 5	0:12:05	100,0%	0:12:05	26,0%	0:15:14		0:15:14
Muestra 6	0:13:15	95,0%	0:12:35	26,0%	0:15:52		0:15:52
Muestra 7	0:12:16	100,0%	0:12:16	26,0%	0:15:27		0:15:27
Muestra 8	0:12:38	100,0%	0:12:38	26,0%	0:15:55		0:15:55
Muestra 9	0:12:17	100,0%	0:12:17	26,0%	0:15:29		0:15:29
Muestra 10	0:11:54	105,0%	0:12:30	26,0%	0:15:45		0:15:45
	0:12:15		0:12:22		0:15:35		0:15:35

Elemento 13. Filetear partes	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:04:20	115,0%	0:04:59	26,0%	0:06:17	0:01:00	0:07:17
Muestra 2	0:04:50	100,0%	0:04:50	26,0%	0:06:05	0:01:00	0:07:05
Muestra 3	0:04:59	100,0%	0:04:59	26,0%	0:06:17	0:01:00	0:07:17
Muestra 4	0:05:00	95,0%	0:04:45	26,0%	0:05:59	0:01:00	0:06:59
Muestra 5	0:04:40	100,0%	0:04:40	26,0%	0:05:53	0:01:00	0:06:53
Muestra 6	0:05:15	95,0%	0:04:59	26,0%	0:06:17	0:01:00	0:07:17
Muestra 7	0:05:20	90,0%	0:04:48	26,0%	0:06:03	0:01:00	0:07:03
Muestra 8	0:04:39	100,0%	0:04:39	26,0%	0:05:52	0:01:00	0:06:52
Muestra 9	0:04:48	100,0%	0:04:48	26,0%	0:06:03	0:01:00	0:07:03
Muestra 10	0:05:07	95,0%	0:04:52	26,0%	0:06:07	0:01:00	0:07:07
	0:04:54		0:04:50		0:06:05		0:07:05

Elemento 14.Repisar posterior	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:07:00	100,0%	0:07:00	26,0%	0:08:49		0:08:49
Muestra 2	0:07:30	100,0%	0:07:30	26,0%	0:09:27		0:09:27
Muestra 3	0:08:10	95,0%	0:07:45	26,0%	0:09:47		0:09:47
Muestra 4	0:07:45	100,0%	0:07:45	26,0%	0:09:46		0:09:46
Muestra 5	0:08:05	95,0%	0:07:41	26,0%	0:09:41		0:09:41
Muestra 6	0:08:36	90,0%	0:07:44	26,0%	0:09:45		0:09:45
Muestra 7	0:07:33	100,0%	0:07:33	26,0%	0:09:31		0:09:31
Muestra 8	0:07:12	100,0%	0:07:12	26,0%	0:09:04		0:09:04
Muestra 9	0:08:00	95,0%	0:07:36	26,0%	0:09:35		0:09:35
Muestra 10	0:08:13	95,0%	0:07:48	26,0%	0:09:50		0:09:50
	0:07:48		0:07:33		0:09:31		0:09:31

Elemento 15. Pegar bolsillo	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:08:46	100,0%	0:08:46	26,0%	0:11:03		0:11:03
Muestra 2	0:09:55	90,0%	0:08:55	26,0%	0:11:15		0:11:15
Muestra 3	0:08:30	100,0%	0:08:30	26,0%	0:10:43		0:10:43
Muestra 4	0:09:30	90,0%	0:08:33	26,0%	0:10:46		0:10:46
Muestra 5	0:08:50	100,0%	0:08:50	26,0%	0:11:08		0:11:08
Muestra 6	0:10:05	85,0%	0:08:34	26,0%	0:10:48		0:10:48
Muestra 7	0:09:03	95,0%	0:08:36	26,0%	0:10:50		0:10:50
Muestra 8	0:08:45	100,0%	0:08:45	26,0%	0:11:01		0:11:01
Muestra 9	0:08:55	100,0%	0:08:55	26,0%	0:11:14		0:11:14
Muestra 10	0:09:00	95,0%	0:08:33	26,0%	0:10:46		0:10:46
	0:09:08		0:08:42		0:10:57		0:10:57

Elemento 16.Pegar tapa	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:07:08	115,0%	0:08:12	26,0%	0:10:20		0:10:20
Muestra 2	0:08:00	100,0%	0:08:00	26,0%	0:10:05		0:10:05
Muestra 3	0:08:10	100,0%	0:08:10	26,0%	0:10:17		0:10:17
Muestra 4	0:08:15	100,0%	0:08:15	26,0%	0:10:24		0:10:24
Muestra 5	0:07:20	110,0%	0:08:04	26,0%	0:10:10		0:10:10
Muestra 6	0:08:50	95,0%	0:08:23	26,0%	0:10:34		0:10:34
Muestra 7	0:07:47	110,0%	0:08:34	26,0%	0:10:47		0:10:47
Muestra 8	0:08:23	100,0%	0:08:23	26,0%	0:10:34		0:10:34
Muestra 9	0:08:05	100,0%	0:08:05	26,0%	0:10:11		0:10:11
Muestra 10	0:08:17	100,0%	0:08:17	26,0%	0:10:26		0:10:26
	0:08:01		0:08:14		0:10:23		0:10:23

Elemento 17. Unir entre pierna	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:02:38	105,0%	0:02:46	26,0%	0:03:29		0:03:29
Muestra 2	0:02:50	100,0%	0:02:50	26,0%	0:03:34		0:03:34
Muestra 3	0:03:15	90,0%	0:02:56	26,0%	0:03:41		0:03:41
Muestra 4	0:03:20	95,0%	0:03:10	26,0%	0:03:59		0:03:59
Muestra 5	0:02:50	100,0%	0:02:50	26,0%	0:03:34		0:03:34
Muestra 6	0:04:00	70,0%	0:02:48	26,0%	0:03:32		0:03:32
Muestra 7	0:02:39	100,0%	0:02:39	26,0%	0:03:20		0:03:20
Muestra 8	0:02:44	100,0%	0:02:44	26,0%	0:03:27		0:03:27
Muestra 9	0:02:25	100,0%	0:02:25	26,0%	0:03:03		0:03:03
Muestra 10	0:03:03	95,0%	0:02:54	26,0%	0:03:39		0:03:39
	0:02:58		0:02:48		0:03:32		0:03:32

Elemento 18. Filetear entre piernas	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:02:06	100,0%	0:02:06	26,0%	0:02:39	0:01:00	0:03:39
Muestra 2	0:02:50	100,0%	0:02:50	26,0%	0:03:34	0:01:00	0:04:34
Muestra 3	0:03:08	90,0%	0:02:49	26,0%	0:03:33	0:01:00	0:04:33
Muestra 4	0:02:00	100,0%	0:02:00	26,0%	0:02:31	0:01:00	0:03:31
Muestra 5	0:02:50	100,0%	0:02:50	26,0%	0:03:34	0:01:00	0:04:34
Muestra 6	0:03:50	70,0%	0:02:41	26,0%	0:03:23	0:01:00	0:04:23
Muestra 7	0:03:13	80,0%	0:02:34	26,0%	0:03:15	0:01:00	0:04:15
Muestra 8	0:02:47	100,0%	0:02:47	26,0%	0:03:30	0:01:00	0:04:30
Muestra 9	0:03:01	90,0%	0:02:43	26,0%	0:03:25	0:01:00	0:04:25
Muestra 10	0:02:39	100,0%	0:02:39	26,0%	0:03:20	0:01:00	0:04:20
	0:02:50		0:02:36		0:03:16		0:04:16

Elemento 19. Hacer ojal	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:05:36	110,0%	0:06:10	26,0%	0:07:46	0:01:00	0:08:46
Muestra 2	0:05:50	105,0%	0:06:07	26,0%	0:07:43	0:01:00	0:08:43
Muestra 3	0:06:00	100,0%	0:06:00	26,0%	0:07:34	0:01:00	0:08:34
Muestra 4	0:05:45	105,0%	0:06:02	26,0%	0:07:36	0:01:00	0:08:36
Muestra 5	0:06:10	100,0%	0:06:10	26,0%	0:07:46	0:01:00	0:08:46
Muestra 6	0:06:50	100,0%	0:06:50	26,0%	0:08:37	0:01:00	0:09:37
Muestra 7	0:05:48	105,0%	0:06:05	26,0%	0:07:40	0:01:00	0:08:40
Muestra 8	0:06:00	100,0%	0:06:00	26,0%	0:07:34	0:01:00	0:08:34
Muestra 9	0:06:32	100,0%	0:06:32	26,0%	0:08:14	0:01:00	0:09:14
Muestra 10	0:05:55	105,0%	0:06:13	26,0%	0:07:50	0:01:00	0:08:50
	0:06:03		0:06:13		0:07:50		0:08:50

Elemento 20. Hacer doblado y cordon	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:04:54	105,0%	0:05:09	26,0%	0:06:29		0:06:29
Muestra 2	0:05:20	100,0%	0:05:20	26,0%	0:06:43		0:06:43
Muestra 3	0:04:45	110,0%	0:05:14	26,0%	0:06:35		0:06:35
Muestra 4	0:05:10	100,0%	0:05:10	26,0%	0:06:31		0:06:31
Muestra 5	0:05:00	100,0%	0:05:00	26,0%	0:06:18		0:06:18
Muestra 6	0:05:40	100,0%	0:05:40	26,0%	0:07:08		0:07:08
Muestra 7	0:04:30	115,0%	0:05:10	26,0%	0:06:31		0:06:31
Muestra 8	0:05:15	100,0%	0:05:15	26,0%	0:06:37		0:06:37
Muestra 9	0:04:23	115,0%	0:05:02	26,0%	0:06:21		0:06:21
Muestra 10	0:05:11	100,0%	0:05:11	26,0%	0:06:32		0:06:32
	0:05:01		0:05:13		0:06:35		0:06:35

Elemento 21. Colocar pasadores delanteros	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:07:52	105,0%	0:08:16	26,0%	0:10:24		0:10:24
Muestra 2	0:08:30	100,0%	0:08:30	26,0%	0:10:43		0:10:43
Muestra 3	0:08:10	100,0%	0:08:10	26,0%	0:10:17		0:10:17
Muestra 4	0:07:40	105,0%	0:08:03	26,0%	0:10:09		0:10:09
Muestra 5	0:08:05	100,0%	0:08:05	26,0%	0:10:11		0:10:11
Muestra 6	0:08:50	100,0%	0:08:50	26,0%	0:11:08		0:11:08
Muestra 7	0:07:42	110,0%	0:08:28	26,0%	0:10:40		0:10:40
Muestra 8	0:07:58	105,0%	0:08:22	26,0%	0:10:32		0:10:32
Muestra 9	0:08:35	100,0%	0:08:35	26,0%	0:10:49		0:10:49
Muestra 10	0:08:40	100,0%	0:08:40	26,0%	0:10:55		0:10:55
	0:08:12		0:08:24		0:10:35		0:10:35

Elemento 22. Repisar posterior	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:07:36	100,0%	0:07:36	26,0%	0:09:35		0:09:35
Muestra 2	0:07:30	100,0%	0:07:30	26,0%	0:09:27		0:09:27
Muestra 3	0:07:40	100,0%	0:07:40	26,0%	0:09:40		0:09:40
Muestra 4	0:08:00	95,0%	0:07:36	26,0%	0:09:35		0:09:35
Muestra 5	0:07:45	100,0%	0:07:45	26,0%	0:09:46		0:09:46
Muestra 6	0:08:50	90,0%	0:07:57	26,0%	0:10:01		0:10:01
Muestra 7	0:08:32	90,0%	0:07:41	26,0%	0:09:41		0:09:41
Muestra 8	0:07:27	100,0%	0:07:27	26,0%	0:09:23		0:09:23
Muestra 9	0:08:43	90,0%	0:07:51	26,0%	0:09:53		0:09:53
Muestra 10	0:07:32	100,0%	0:07:32	26,0%	0:09:30		0:09:30
	0:07:58		0:07:39		0:09:39		0:09:39

Elemento 23. Quitar hilo y verificar prenda	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
muestra 1	0:10:00	100,0%	0:10:00	26,0%	0:12:36	0:01:05	0:13:41
muestra 2	0:10:30	100,0%	0:10:30	26,0%	0:13:14	0:01:05	0:14:19
muestra 3	0:10:54	100,0%	0:10:54	26,0%	0:13:44	0:01:05	0:14:49
muestra 4	0:11:35	95,0%	0:11:00	26,0%	0:13:52	0:01:05	0:14:57
muestra 5	0:10:20	100,0%	0:10:20	26,0%	0:13:01	0:01:05	0:14:06
muestra 6	0:11:26	90,0%	0:10:17	26,0%	0:12:58	0:01:05	0:14:03
muestra 7	0:10:43	100,0%	0:10:43	26,0%	0:13:30	0:01:05	0:14:35
muestra 8	0:11:16	95,0%	0:10:42	26,0%	0:13:29	0:01:05	0:14:34
muestra 9	0:10:23	100,0%	0:10:23	26,0%	0:13:05	0:01:05	0:14:10
muestra 10	0:11:27	95,0%	0:10:53	26,0%	0:13:42	0:01:05	0:14:47
	0:10:51		0:10:34		0:13:19		0:14:24

Elemento 24. Doblar y empacar prenda	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
muestra 1	0:03:00	105,0%	0:03:09	26,0%	0:03:58	0:01:00	0:04:58
muestra 2	0:02:50	110,0%	0:03:07	26,0%	0:03:56	0:01:00	0:04:56
muestra 3	0:03:05	100,0%	0:03:05	26,0%	0:03:53	0:01:00	0:04:53
muestra 4	0:03:15	100,0%	0:03:15	26,0%	0:04:06	0:01:00	0:05:06
muestra 5	0:02:47	110,0%	0:03:04	26,0%	0:03:51	0:01:00	0:04:51
muestra 6	0:03:20	100,0%	0:03:20	26,0%	0:04:12	0:01:00	0:05:12
muestra 7	0:02:46	110,0%	0:03:03	26,0%	0:03:50	0:01:00	0:04:50
muestra 8	0:03:38	100,0%	0:03:38	26,0%	0:04:35	0:01:00	0:05:35
muestra 9	0:03:22	100,0%	0:03:22	26,0%	0:04:15	0:01:00	0:05:15
muestra 10	0:02:57	110,0%	0:03:15	26,0%	0:04:05	0:01:00	0:05:05
	0:03:06		0:03:14		0:04:04		0:05:04

Anexo 3. Cálculo de la USP del buzo táctico

Elemento 1. Preparar materia prima	Tiempo Cronómetro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:21:16	100,0%	0:21:16	26,0%	0:26:48	0:01:00	0:27:48
Muestra 2	0:20:45	105,0%	0:21:47	26,0%	0:27:27	0:01:00	0:28:27
Muestra 3	0:21:34	100,0%	0:21:34	26,0%	0:27:10	0:01:00	0:28:10
Muestra 4	0:20:35	105,0%	0:21:37	26,0%	0:27:14	0:01:00	0:28:14
Muestra 5	0:19:55	110,0%	0:21:55	26,0%	0:27:36	0:01:00	0:28:36
Muestra 6	0:21:12	100,0%	0:21:12	26,0%	0:26:43	0:01:00	0:27:43
Muestra 7	0:21:06	100,0%	0:21:06	26,0%	0:26:35	0:01:00	0:27:35
Muestra 8	0:20:33	105,0%	0:21:35	26,0%	0:27:11	0:01:00	0:28:11
Muestra 9	0:21:18	100,0%	0:21:18	26,0%	0:26:50	0:01:00	0:27:50
Muestra 10	0:20:05	105,0%	0:21:05	26,0%	0:26:34	0:01:00	0:27:34
	0:20:50		0:21:26		0:27:01		0:28:01

Elemento 2. Corte	Tiempo Cronómetro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:30:35	100,0%	0:30:35	26,0%	0:38:32	0:01:00	0:39:32
Muestra 2	0:30:40	100,0%	0:30:40	26,0%	0:38:38	0:01:00	0:39:38
Muestra 3	0:30:38	100,0%	0:30:38	26,0%	0:38:36	0:01:00	0:39:36
Muestra 4	0:30:50	100,0%	0:30:50	26,0%	0:38:51	0:01:00	0:39:51
Muestra 5	0:31:15	95,0%	0:29:41	26,0%	0:37:24	0:01:00	0:38:24
Muestra 6	0:31:02	95,0%	0:29:29	26,0%	0:37:09	0:01:00	0:38:09
Muestra 7	0:30:27	100,0%	0:30:27	26,0%	0:38:22	0:01:00	0:39:22
Muestra 8	0:31:00	95,0%	0:29:27	26,0%	0:37:06	0:01:00	0:38:06
Muestra 9	0:30:45	100,0%	0:30:45	26,0%	0:38:45	0:01:00	0:39:45
Muestra 10	0:30:59	100,0%	0:30:59	26,0%	0:39:02	0:01:00	0:40:02
	0:30:49		0:30:21		0:38:15		0:39:15

Elemento 3. Hacer flechas	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:05:34	100,0%	0:05:34	26,0%	0:07:01	0:00:00	0:07:01
Muestra 2	0:04:40	120,0%	0:05:36	26,0%	0:07:03	0:00:00	0:07:03
Muestra 3	0:05:10	110,0%	0:05:41	26,0%	0:07:10	0:00:00	0:07:10
Muestra 4	0:06:50	85,0%	0:05:48	26,0%	0:07:19	0:00:00	0:07:19
Muestra 5	0:04:10	130,0%	0:05:25	26,0%	0:06:50	0:00:00	0:06:50
Muestra 6	0:05:40	100,0%	0:05:40	26,0%	0:07:08	0:00:00	0:07:08
Muestra 7	0:05:38	100,0%	0:05:38	26,0%	0:07:06	0:00:00	0:07:06
Muestra 8	0:04:05	125,0%	0:05:06	26,0%	0:06:26	0:00:00	0:06:26
Muestra 9	0:05:48	100,0%	0:05:48	26,0%	0:07:18	0:00:00	0:07:18
Muestra 10	0:04:17	120,0%	0:05:08	26,0%	0:06:29	0:00:00	0:06:29
	0:05:11		0:05:33		0:06:59		0:06:59

Elemento 4. Hacer bolsillo de mangas	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:29:30	105,0%	0:30:59	26,0%	0:39:02	0:00:00	0:39:02
Muestra 2	0:29:26	105,0%	0:30:54	26,0%	0:38:56	0:00:00	0:38:56
Muestra 3	0:28:37	105,0%	0:30:03	26,0%	0:37:52	0:00:00	0:37:52
Muestra 4	0:29:00	105,0%	0:30:27	26,0%	0:38:22	0:00:00	0:38:22
Muestra 5	0:30:15	100,0%	0:30:15	26,0%	0:38:07	0:00:00	0:38:07
Muestra 6	0:29:12	105,0%	0:30:40	26,0%	0:38:38	0:00:00	0:38:38
Muestra 7	0:30:25	100,0%	0:30:25	26,0%	0:38:19	0:00:00	0:38:19
Muestra 8	0:29:00	105,0%	0:30:27	26,0%	0:38:22	0:00:00	0:38:22
Muestra 9	0:30:13	100,0%	0:30:13	26,0%	0:38:04	0:00:00	0:38:04
Muestra 10	0:30:20	100,0%	0:30:20	26,0%	0:38:13	0:00:00	0:38:13
	0:29:36		0:30:28		0:38:24		0:38:24

Elemento 5. Hacer cuello	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:04:49	100,0%	0:04:49	26,0%	0:06:04	0:00:00	0:06:04
Muestra 2	0:05:00	95,0%	0:04:45	26,0%	0:05:59	0:00:00	0:05:59
Muestra 3	0:05:16	90,0%	0:04:44	26,0%	0:05:58	0:00:00	0:05:58
Muestra 4	0:04:30	100,0%	0:04:30	26,0%	0:05:40	0:00:00	0:05:40
Muestra 5	0:05:35	85,0%	0:04:45	26,0%	0:05:59	0:00:00	0:05:59
Muestra 6	0:04:20	100,0%	0:04:20	26,0%	0:05:28	0:00:00	0:05:28
Muestra 7	0:05:47	85,0%	0:04:55	26,0%	0:06:12	0:00:00	0:06:12
Muestra 8	0:04:17	100,0%	0:04:17	26,0%	0:05:24	0:00:00	0:05:24
Muestra 9	0:04:35	100,0%	0:04:35	26,0%	0:05:46	0:00:00	0:05:46
Muestra 10	0:05:03	95,0%	0:04:48	26,0%	0:06:03	0:00:00	0:06:03
	0:04:55		0:04:39		0:05:51		0:05:51

Elemento 6. Pegar coderas a mangas	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:04:34	100,0%	0:04:34	26,0%	0:05:45	0:00:00	0:05:45
Muestra 2	0:05:07	95,0%	0:04:52	26,0%	0:06:07	0:00:00	0:06:07
Muestra 3	0:04:20	100,0%	0:04:20	26,0%	0:05:28	0:00:00	0:05:28
Muestra 4	0:05:18	90,0%	0:04:46	26,0%	0:06:01	0:00:00	0:06:01
Muestra 5	0:04:54	100,0%	0:04:54	26,0%	0:06:10	0:00:00	0:06:10
Muestra 6	0:05:18	90,0%	0:04:46	26,0%	0:06:01	0:00:00	0:06:01
Muestra 7	0:04:44	100,0%	0:04:44	26,0%	0:05:58	0:00:00	0:05:58
Muestra 8	0:05:00	95,0%	0:04:45	26,0%	0:05:59	0:00:00	0:05:59
Muestra 9	0:04:16	100,0%	0:04:16	26,0%	0:05:23	0:00:00	0:05:23
Muestra 10	0:04:08	100,0%	0:04:08	26,0%	0:05:12	0:00:00	0:05:12
	0:04:46		0:04:37		0:05:48		0:05:48

Elemento 7. Hacer mangas	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:05:34	110,0%	0:06:07	26,0%	0:07:43	0:00:00	0:07:43
Muestra 2	0:06:08	100,0%	0:06:08	26,0%	0:07:44	0:00:00	0:07:44
Muestra 3	0:06:35	100,0%	0:06:35	26,0%	0:08:18	0:00:00	0:08:18
Muestra 4	0:05:19	115,0%	0:06:07	26,0%	0:07:42	0:00:00	0:07:42
Muestra 5	0:05:48	105,0%	0:06:05	26,0%	0:07:40	0:00:00	0:07:40
Muestra 6	0:06:38	100,0%	0:06:38	26,0%	0:08:21	0:00:00	0:08:21
Muestra 7	0:05:59	105,0%	0:06:17	26,0%	0:07:55	0:00:00	0:07:55
Muestra 8	0:06:22	100,0%	0:06:22	26,0%	0:08:01	0:00:00	0:08:01
Muestra 9	0:06:49	100,0%	0:06:49	26,0%	0:08:35	0:00:00	0:08:35
Muestra 10	0:05:38	110,0%	0:06:12	26,0%	0:07:48	0:00:00	0:07:48
	0:06:05		0:06:20		0:07:59		0:07:59

Elemento 8. Hacer cartera	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:04:57	105,0%	0:05:12	26,0%	0:06:33	0:00:00	0:06:33
Muestra 2	0:05:18	100,0%	0:05:18	26,0%	0:06:41	0:00:00	0:06:41
Muestra 3	0:04:37	110,0%	0:05:05	26,0%	0:06:24	0:00:00	0:06:24
Muestra 4	0:05:27	100,0%	0:05:27	26,0%	0:06:52	0:00:00	0:06:52
Muestra 5	0:04:59	105,0%	0:05:14	26,0%	0:06:36	0:00:00	0:06:36
Muestra 6	0:05:48	100,0%	0:05:48	26,0%	0:07:18	0:00:00	0:07:18
Muestra 7	0:04:00	125,0%	0:05:00	26,0%	0:06:18	0:00:00	0:06:18
Muestra 8	0:06:05	95,0%	0:05:47	26,0%	0:07:17	0:00:00	0:07:17
Muestra 9	0:05:37	100,0%	0:05:37	26,0%	0:07:05	0:00:00	0:07:05
Muestra 10	0:05:18	100,0%	0:05:18	26,0%	0:06:41	0:00:00	0:06:41
	0:05:13		0:05:23		0:06:46		0:06:46

Elemento 9. Pegar falso	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:02:14	100,0%	0:02:14	26,0%	0:02:49	0:00:00	0:02:49
Muestra 2	0:02:40	105,0%	0:02:48	26,0%	0:03:32	0:00:00	0:03:32
Muestra 3	0:03:37	80,0%	0:02:54	26,0%	0:03:39	0:00:00	0:03:39
Muestra 4	0:02:50	100,0%	0:02:50	26,0%	0:03:34	0:00:00	0:03:34
Muestra 5	0:03:22	85,0%	0:02:52	26,0%	0:03:36	0:00:00	0:03:36
Muestra 6	0:03:07	90,0%	0:02:48	26,0%	0:03:32	0:00:00	0:03:32
Muestra 7	0:01:59	110,0%	0:02:11	26,0%	0:02:45	0:00:00	0:02:45
Muestra 8	0:02:43	100,0%	0:02:43	26,0%	0:03:25	0:00:00	0:03:25
Muestra 9	0:03:12	90,0%	0:02:53	26,0%	0:03:38	0:00:00	0:03:38
Muestra 10	0:02:47	100,0%	0:02:47	26,0%	0:03:30	0:00:00	0:03:30
	0:02:51		0:02:42		0:03:24		0:03:24

Elemento 10.Filetear corte delantero y trasero	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:09:29	110,0%	0:10:26	26,0%	0:13:09	0:01:00	0:14:09
Muestra 2	0:09:53	105,0%	0:10:23	26,0%	0:13:05	0:01:00	0:14:05
Muestra 3	0:10:05	100,0%	0:10:05	26,0%	0:12:42	0:01:00	0:13:42
Muestra 4	0:10:25	100,0%	0:10:25	26,0%	0:13:08	0:01:00	0:14:07
Muestra 5	0:09:38	105,0%	0:10:07	26,0%	0:12:45	0:01:00	0:13:45
Muestra 6	0:10:45	100,0%	0:10:45	26,0%	0:13:33	0:01:00	0:14:33
Muestra 7	0:09:57	105,0%	0:10:27	26,0%	0:13:10	0:01:00	0:14:10
Muestra 8	0:10:15	100,0%	0:10:15	26,0%	0:12:55	0:01:00	0:13:55
Muestra 9	0:09:43	110,0%	0:10:41	26,0%	0:13:28	0:01:00	0:14:28
Muestra 10	0:10:33	100,0%	0:10:33	26,0%	0:13:18	0:01:00	0:14:18
	0:10:04		0:10:25		0:13:07		0:14:07

Elemento 11. Despuntar	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:00:39	100,0%	0:00:39	26,0%	0:00:49	0:00:00	0:00:49
Muestra 2	0:00:36	105,0%	0:00:38	26,0%	0:00:48	0:00:00	0:00:48
Muestra 3	0:00:39	100,0%	0:00:39	26,0%	0:00:49	0:00:00	0:00:49
Muestra 4	0:00:41	95,0%	0:00:39	26,0%	0:00:49	0:00:00	0:00:49
Muestra 5	0:00:40	95,0%	0:00:38	26,0%	0:00:48	0:00:00	0:00:48
Muestra 6	0:00:39	100,0%	0:00:39	26,0%	0:00:49	0:00:00	0:00:49
Muestra 7	0:00:45	85,0%	0:00:38	26,0%	0:00:48	0:00:00	0:00:48
Muestra 8	0:01:00	65,0%	0:00:39	26,0%	0:00:49	0:00:00	0:00:49
Muestra 9	0:00:33	115,0%	0:00:38	26,0%	0:00:48	0:00:00	0:00:48
Muestra 10	0:00:53	70,0%	0:00:37	26,0%	0:00:47	0:00:00	0:00:47
	0:00:42		0:00:38		0:00:48		0:00:48

Elemento 12. Corta falsos en el centro	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:00:07	180,0%	0:00:13	26,0%	0:00:16	0:00:00	0:00:16
Muestra 2	0:00:15	100,0%	0:00:15	26,0%	0:00:19	0:00:00	0:00:19
Muestra 3	0:00:35	45,0%	0:00:16	26,0%	0:00:20	0:00:00	0:00:20
Muestra 4	0:00:08	185,0%	0:00:15	26,0%	0:00:19	0:00:00	0:00:19
Muestra 5	0:00:10	145,0%	0:00:14	26,0%	0:00:18	0:00:00	0:00:18
Muestra 6	0:00:16	100,0%	0:00:16	26,0%	0:00:20	0:00:00	0:00:20
Muestra 7	0:00:19	85,0%	0:00:16	26,0%	0:00:20	0:00:00	0:00:20
Muestra 8	0:00:09	170,0%	0:00:15	26,0%	0:00:19	0:00:00	0:00:19
Muestra 9	0:00:16	100,0%	0:00:16	26,0%	0:00:20	0:00:00	0:00:20
Muestra 10	0:00:20	80,0%	0:00:16	26,0%	0:00:20	0:00:00	0:00:20
	0:00:15		0:00:15		0:00:19		0:00:19

Elemento 13. Corta falsos en el centro	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:09:48	100,0%	0:09:48	26,0%	0:12:21	0:01:20	0:13:41
Muestra 2	0:09:47	100,0%	0:09:47	26,0%	0:12:20	0:01:20	0:13:40
Muestra 3	0:10:20	95,0%	0:09:49	26,0%	0:12:22	0:01:20	0:13:42
Muestra 4	0:09:51	100,0%	0:09:51	26,0%	0:12:25	0:01:20	0:13:45
Muestra 5	0:10:00	95,0%	0:09:30	26,0%	0:11:58	0:01:20	0:13:18
Muestra 6	0:09:35	100,0%	0:09:35	26,0%	0:12:05	0:01:20	0:13:25
Muestra 7	0:10:39	90,0%	0:09:35	26,0%	0:12:05	0:01:20	0:13:25
Muestra 8	0:10:22	95,0%	0:09:51	26,0%	0:12:25	0:01:20	0:13:45
Muestra 9	0:10:00	95,0%	0:09:30	26,0%	0:11:58	0:01:20	0:13:18
Muestra 10	0:09:48	100,0%	0:09:48	26,0%	0:12:21	0:01:20	0:13:41
	0:10:01		0:09:42		0:12:14		0:13:34

Elemento 14. Doblar y empacar prenda	Tiempo Cronometro	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz.	% de Suplement.	Tiempo estándar	Tiempo Complem.	USP Total min
Muestra 1	0:03:22	100,0%	0:03:22	26,0%	0:04:15	0:00:47	0:05:02
Muestra 2	0:03:13	100,0%	0:03:13	26,0%	0:04:03	0:00:47	0:04:50
Muestra 3	0:03:20	100,0%	0:03:20	26,0%	0:04:12	0:00:47	0:04:59
Muestra 4	0:02:55	105,0%	0:03:04	26,0%	0:03:52	0:00:47	0:04:39
Muestra 5	0:02:35	120,0%	0:03:06	26,0%	0:03:54	0:00:47	0:04:41
Muestra 6	0:03:04	100,0%	0:03:04	26,0%	0:03:52	0:00:47	0:04:39
Muestra 7	0:02:58	110,0%	0:03:16	26,0%	0:04:07	0:00:47	0:04:54
Muestra 8	0:04:00	95,0%	0:03:48	26,0%	0:04:47	0:00:47	0:05:34
Muestra 9	0:03:20	100,0%	0:03:20	26,0%	0:04:12	0:00:47	0:04:59
Muestra 10	0:03:18	100,0%	0:03:18	26,0%	0:04:09	0:00:47	0:04:56
	0:03:13		0:03:17		0:04:08	0:00:47	0:04:55

Anexo 4. Encuesta

ENCUESTA SITUACIÓN ACTUAL DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ARBEN S.A.S

OBJETIVO. Obtener datos reales de la situación actual de la empresa en lo que tiene que ver con el diseño de planta.

1. ¿Qué tan conforme se encuentra con su entorno de trabajo?
 - Muy conforme
 - Conforme
 - Ni conforme ni inconforme
 - Inconforme
 - Muy inconforme

2. ¿Posee todos los equipos y herramientas necesarias para desempeñarse de manera eficiente?
 - Si
 - No
 - Algunos

3. ¿Los equipos y herramientas proporcionados por la empresa para la realización de su trabajo son adecuados?
 - Si
 - No
 - Algunos

4. ¿Cuánto tiempo de descanso aproximadamente tiene en el día? (Sin incluir la hora de almuerzo)
 - 10 minutos
 - 20 minutos
 - 30 minutos
 - 40 minutos
 - Otro ____ minutos

5. ¿Cuánto tiempo se demora en empezar a desempeñar sus labores diarias cuando llega a la empresa?
- Empieza no más llega
 - 5 minutos
 - 10 minutos
 - 15 minutos
 - Otro _____ minutos
6. ¿Considera usted que su área de trabajo tiene una correcta distribución?
- Si
 - No
7. ¿Considera usted que la distribución de su área de trabajo le permite llevar a cabo sus labores de manera eficiente?
- Si
 - No
8. ¿Considera usted que su puesto de trabajo le permite desarrollar al máximo sus habilidades?
9. ¿Considera usted que la división de las áreas de trabajo es adecuada para el buen funcionamiento de la empresa?
- Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Totalmente en desacuerdo
10. ¿Considera usted que las actividades que realiza son congruentes a su puesto de trabajo?
- Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Totalmente en desacuerdo

11. ¿Cree usted que si existiera dentro de la planta de producción de la empresa una mejor distribución del espacio se mejorarían los tiempos de producción?

- Si
- No

12. ¿Cree usted que si existiera dentro de la planta de producción de la empresa una mejor distribución del espacio se mejorarían los manejos de inventarios de materiales y productos en proceso?

- Si
- No

13. ¿Cree usted que si existiera dentro de la planta de producción de la empresa una mejor distribución del espacio se mejorarían su rendimiento y productividad?

- Si
- No

14. Considera usted que, si la empresa aprovechara mejor el espacio físico y existiera más orden dentro de la planta, ¿Usted recibiría más motivación para realizar su trabajo?

- Si
- No

15. Por favor, escriba alguna opinión y/o sugerencia sobre la distribución actual que tiene la empresa.

Muchas gracias.

Anexo 5. Carta de aceptación del proyecto por parte de la empresa



Popayán 04 de mayo de 2022
Corporación Universitaria Comfacauca - Facultad de ingenierías
Calle 4 No. 8-30 Sede Popayán

Estimado destinatario:

Yo Anuar Rengifo Benites en nombre de ARBEN SAS me complace informar que la gerencia ha estudiado la propuesta de proyecto denominado "*DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA EMPRESA DE TEXTILES ARBEN SAS MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN SISTEMÁTICA LAYOUT Y SIMULACIÓN DISCRETA*" la cual se adapta a los requisitos del diseño de la planta y ha cumplido con los objetivos planteados. Tenemos la firme intención de implementar el diseño para lograr el mejoramiento de la productividad dentro de la empresa.

Agradecemos de antemano la atención prestada.

Un cordial saludo,

Anuar Rengifo Benites
Cargo: Gerente general
E-mail: almacenarden@hotmail.com

315 4109043 - 3218015086 

Carrera 14 2 N 78 

Comercializadora Arben Sas 

