

Mejoras en el proceso productivo de pijamas mediante la metodología SLP y planeación agregada: empresa Creaciones Zuhaila

Improvement in the production process of pijamas with SLP methodology and aggregate planning: company Creaciones Zuhaila

Íngrid Daniela Benavides Zabala¹, Jazmín Gabriela Narváez Álvarez²
y Óscar Mauricio Cepeda Valero³

Cómo citar:

Benavides Zabala, Í. D., Narváez Álvarez, J. G., & Cepeda Valero, Ó. M. (2021). Mejoras en el proceso productivo de pijamas mediante la metodología SLP y planeación agregada: empresa Creaciones Zuhaila. *Ingeciencia*, 6, 60-73

- ¹ Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Central e integrante del Semillero de Investigación en Producción y Operaciones (SIPO). Correo: ibenavidesz@ucentral.edu.co
- ² Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Central e integrante del Semillero de Investigación en Producción y Operaciones (SIPO). Correo: jnarvaez1@ucentral.edu.co
- ³ Docente de Ingeniería Industrial de la Universidad Central. Correo: ocepedav@ucentral.edu.co

Resumen

Este artículo analiza la producción de pijamas en la pyme Creaciones Zuhaila SAS. Para esto, se estructuró el trabajo en dos etapas: en la primera, se identificó qué técnicas usa la empresa, como la metodología SLP (*systematic layout planning*); en la segunda se propuso un nuevo modelo matemático multiobjetivo de planeación agregada, que incluye los niveles de producción y requerimientos de pausas activas para el personal operativo. Finalmente, se construyó una propuesta para la organización. Los resultados muestran las cantidades óptimas que deben producirse en un periodo de siete meses: 11 707 unidades de cinco referencias de pijamas, gracias a dicho modelo matemático. Para esta estimación, se tuvieron en cuenta tiempos como los de las pausas activas, pues influyen en la motivación de los operadores.

Palabra clave: demanda, modelo matemático multiobjetivo, pausas activas, planeación agregada, producción

Abstract

This paper analyzes the production of pajamas. The methodology used consists of two stages: first, the current state of the company was identified, applying techniques such as the SLP (*systematic layout planning*) methodology. The second stage proposes a new multi-objective mathematical model of aggregate planning, which includes the production levels and the requirements of active breaks to the operative personnel. Finally, in the last stage, a proposal for the organization is constructed. The results show the optimal quantities to produce in a total of 7 months: 11,707 units of 5 references of pajamas, thanks to this mathematical model. For that, it was considered active breaks because these influence the motivation of the operators.

Keywords: active breaks, aggregate planning, demand, multiobjective mathematical model, production

Introducción

Creaciones Zuhaila S. A. S., es una organización catalogada como *pyme* (pequeña o mediana empresa) dedicada a la confección de prendas para dormir. Esta compañía se vio perjudicada por la crisis del mercado que causó la pandemia de COVID-19. La empresa mostró un histórico negativo a través de los años en las unidades producidas, ya que en el año 2019 se produjeron 275 103 unidades y para el año 2020 las unidades producidas se redujeron en un 6,62% (256 901 unidades).

La compañía manifiesta que hay deficiencias en el área de producción: hay un problema de organización en el proceso productivo de las pijamas. Este problema se debe a diversos aspectos negativos, entre estos, la distribución inadecuada de la planta, que surge de la presencia de espacios estrechos que se ven reflejados en cada una de las áreas del proceso, ya que existen zonas de trabajo que están ocupadas por producto en proceso. Igualmente, cualquier espacio libre es ocupado. Por último, se evidencia un diseño inadecuado de la planta en vista de que el material de proceso inicia en el segundo nivel, donde se realiza el diseño, trazo y corte de la pijama, para luego pasar al primer nivel para ser estampada y confeccionada. Posteriormente debe subir al tercer nivel a la zona de empaque y finalmente el producto terminado baja nuevamente a la bodega ubicada en el primer nivel (figura 1).

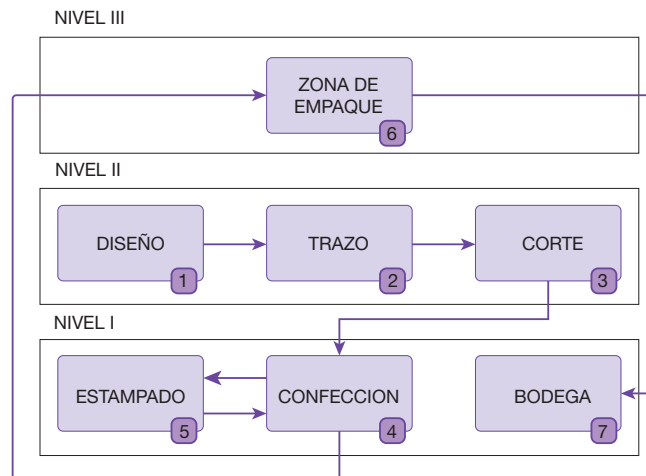


Figura 1. Diseño de la planta de Creaciones Zuhaila S. A. S.

Fuente: elaboración propia.

En las salidas de campo, se identificó que no hay un método eficiente de almacenamiento, ya que los puestos de trabajo son ocupados por material en proceso.

Por otro lado, existe una ineficaz planeación de la producción, que surge de la falta de planeación de requerimiento de materia prima, el uso desafortunado de técnicas para pronosticar y la falta de planeación de requerimiento de fuerza laboral. Estos eventos —según los operarios— influyen en la motivación a la hora de efectuar las actividades diarias, ya que trae consigo estrés y fatiga. En ocasiones se observa que esta desmotivación puede ser

ocasionada por la ausencia de pausas activas: no se cuenta con un programa de capacitación ni se lleva un control sobre su realización.

Analizando esta situación, el presente trabajo inicialmente desarrolla un modelo matemático multiobjetivo, con el propósito de encontrar las cantidades ideales que la organización puede fabricar para alcanzar el mínimo costo mediante una planeación agregada y una maximización del tiempo que combine las pausas activas de los operarios y satisfaga la demanda.

Estado del arte

Teniendo en cuenta la problemática, este trabajo engloba tres marcos de investigación (ingeniería de procesos, modelamiento matemático y planeación agregada) orientados a la mejora continua del proceso productivo de la empresa Creaciones Zuhaila S.A.S.

El trabajo de Pérez y Pizarro (2016) abarca dos de los marcos mencionados, con los que busca mejorar la eficiencia del proceso de la empresa textil Confecciones Kristy S. R. L., por medio de estudio de tiempos y movimientos. Por otra parte, Chang (2016) proporciona soluciones para las pymes manufactureras; para ello plantea incrementar la productividad, estableciendo cuatro (4) propuestas: estudio de tiempos y movimientos, redistribución de planta, equilibrio de líneas de producción y un plan maestro de producción que forma parte de la planeación agregada. De igual manera, Bellido y La Rosa León (2018) efectúan un modelo de gestión *lean manufacturing* y aplican un modelo de optimización que incluye los siete desperdicios del *lean manufacturing* en una empresa pequeña textil.

Cabe mencionar que estos enfoques pueden interrelacionarse entre sí. Un claro ejemplo se muestra en un proyecto asignado a la planeación agregada en la cosecha forestal, a través de un modelo matemático de programación entero mixto llevado a cabo por Linfati *et al.* (2016) en una empresa forestal.

Existen otros proyectos centrados en el sector de transporte y que pueden revisarse en los trabajos de Galindres *et al.* (2016) y Garzón *et al.* (2017): el primero formula un modelo de optimización multiobjetivo para hallar las frecuencias de salida de buses; el segundo abarca una red de transporte multiobjetivo con la intención de construir una combinación de rutas.

Materiales y métodos

Redistribución de planta

Para llevar a cabo la redistribución de planta, se emplea la metodología SLP, que usó las siguientes herramientas: análisis de producto-cantidad, análisis del recorrido de los productos, el diagrama OTIDA, el cursograma analítico, análisis de necesidades y disponibilidad de espacios y el diagrama relacional de espacios. A continuación, se presenta el diagrama de Pareto, donde se evidencian las referencias con mayor cantidad de demanda y sus costos de producción respecto a las 15 referencias más vendidas de la organización.

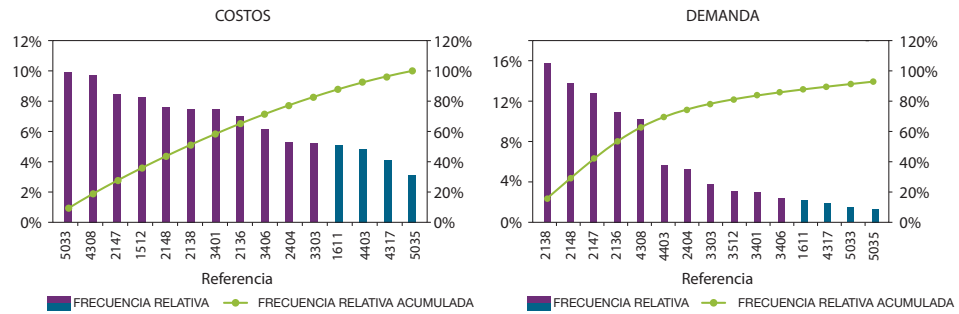


Figura 2. Diagrama de Pareto de costo-demanda
Fuente: elaboración propia.

Planeación agregada

La empresa Creaciones Zuhaila S. A. S. ha estado fabricando sus prendas con un modelo de producción basado en pedidos. Es decir, la compañía fabrica solo lo que los clientes solicitan. Por ello, no se planifica adecuadamente la asignación de recursos.

Por otra parte, la falta de pausas activas impacta en que el personal pueda sufrir enfermedades por malas posturas, movimientos repetitivos y exposición a factores adversos como vibraciones de maquinaria. Como lo indica el Instituto Colombiano de Seguridad Social (2017), la realización de pausas activas previene la aparición de desórdenes músculo-esqueléticos, aminora la repetitividad de movimientos, permite el cambio de posturas, previene lesiones mentales asociadas al estrés e inspira la creatividad. Por consiguiente, se propuso un modelo multiobjetivo para minimizar los costos asociados a la producción, de tal manera que maximice la realización de pausas activas. A continuación, se presenta la formulación del modelo, el cual fue resuelto por medio del software GAMS.

Tabla 1. Índices del modelo matemático

i	Referencia de la pijama
t	Periodo
j	Materia prima usada para la fabricación de las pijamas
p	Operario involucrado en el proceso de fabricación de las pijamas
a	Actividad que se realiza en el proceso de fabricación de las pijamas

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Variables de decisión del modelo matemático

$X_{i,t,p,a}$	Número de unidades de la pijama de referencia i por fabricar por operario p en periodo regular t en la actividad a en tiempo regular
$O_{i,t,p,a}$	Número de unidades de la pijama de referencia i por fabricar por operario p en periodo t en la actividad a en tiempo extra
$Y_{i,t}$	Número de unidades de la pijama de referencia i fabricadas en periodo t en tiempo regular
$S_{i,t}$	Número de unidades de pijama de la referencia i fabricadas en periodo t en tiempo extra
$H_{p,i,t}$	Horas en tiempo regular que emplea el operario p para fabricar la pijama de referencia i en el periodo t
$HE_{p,i,t}$	Horas en tiempo extra que emplea el operario p para fabricar la pijama de referencia i en el periodo t
$HP_{p,t}$	Horas de trabajo pagadas al operario p en el periodo t
$HM_{a,i,t}$	Horas en tiempo regular que emplea la máquina a para fabricar la pijama de referencia i en el periodo t
$HR_{a,i,t}$	Horas en tiempo extra que emplea la máquina a para fabricar la pijama de referencia i en el periodo t
$MI_{j,t}$	Unidades de materia prima j en inventario en el periodo t
$MC_{j,t}$	Unidades por comprar de materia prima j en el periodo t
$I_{i,t}$	Unidades de pijamas en inventario de la referencia i en el periodo t
$F_{i,t}$	Unidades de pijamas faltantes de la referencia i en el periodo t
$D_{p,t}$	Número de pausas activas por trabajador p en el periodo t
$CTMP$	Costo de materia prima
CTM	Costo de la máquina
$CTMOR$	Costo de la mano de obra regular
$CTMOE$	Costo de la mano de obra extra
CTI	Costo de mantener en inventario
CTF	Costo de presentar faltante
CT	Costo total

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Parámetros

CM_a	Costo por hora de la máquina en la actividad a
CH	Costo por hora de mano de obra en tiempo regular
CE	Costo por hora de mano de obra en tiempo extra
CP_{ji}	Costo por unidad de materia prima j para fabricar la pijama de referencia i
PI_j	Unidades de materia prima j en inventario inicial
CI	Costos de mantener inventario de unidades de pijamas
CF	Costos de unidades faltantes de la pijama
TD	Tiempo de cada pausa activa (horas)
DL_t	Días laborados en el periodo t
$dem_{i,t}$	Demanda de la pijama de referencia i en el periodo t
$TE_{i,a}$	Tiempo estándar en la actividad a para fabricar la pijama de referencia i

$TO_{i,a}$	Tiempo estándar de la actividad a para fabricar pijama de referencia i
$RM_{j,i}$	Unidades requeridas de materia prima j para fabricar la pijama de referencia i
$MAXPA$	Número máximo de pausas activas
$W_{p,a}$	1 si el operario p puede realizar la actividad a ; 0 caso contrario

Fuente: elaboración propia.

Función objetivo

Función objetivo N1 (FO1):

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^n (CP_{j,i} * RM_{j,i} * (Y_{i,t} + S_{i,t})) + \sum_{a=1}^n \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n (CM_a * HM_{a,i,t} + CM_a * HR_{a,i,t}) \\ & + \sum_{p=1}^n \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n CH * H_{p,i,t} + \sum_{p=1}^n \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n CE * HE_{p,i,t} \\ & + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n CI * I_{i,t} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n CF * F_{i,t} \end{aligned}$$

(Ecuación 1)

Función objetivo N2 (FO2):

$$\sum_{p=1}^n \sum_{t=1}^n D_{p,t} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Para la ejecución del modelo, se utiliza la siguiente fórmula, donde se evidencia la estructura de la función global, en la que se representan las dos funciones objetivo.

$$FO = a_1 \frac{FO_1 - CTA}{CTB - CTA} + a_2 \frac{FO_2 - NPAB}{NPAA - NPAB} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

donde:

- $a_1 =$ Coeficiente porcentual
- $a_2 = 1 - a_1$
- $CTA =$ Costo total más alto
- $CTB =$ Costo total más bajo
- $NPAA =$ Cantidad de pausas activas más alto
- $NPAB =$ Cantidad de pausas activas más bajo

Formulación de restricciones requeridas

Restricción 1. Cumplimiento de demanda y producción de mano de obra en tiempo regular.

$$H_{p,i,t} \geq \sum_{a=1}^n TO_{i,a} * X_{i,t,p,a} * W_{p,a} \forall p, i, t \quad (\text{Ecuación 4})$$

Restricción 2. Cumplimiento de demanda y producción de mano de obra en tiempo extra.

$$HE_{p,i,t} \geq \sum_{a=1}^n TO_{i,a} * O_{i,t,p,a} * W_{p,a} \forall p, i, t \quad (\text{Ecuación 5})$$

Restricción 3. Cumplimiento de demanda y producción de maquinaria en tiempo regular.

$$HM_{a,i,t} \geq \sum_{p=1}^n TE_{i,a} * X_{i,t,p,a} \forall i, t, a \quad (\text{Ecuación 6})$$

Restricción 4. Cumplimiento de demanda y producción de maquinaria en tiempo extra.

$$HR_{a,i,t} \geq \sum_{p=1}^n TE_{i,a} * O_{i,t,p,a} \forall i, t, a \quad (\text{Ecuación 7})$$

Restricción 5. Balance de inventario de materia prima para el primer periodo.

$$PI_j + MC_{j,1} = \sum_{i=1}^n (RM_{j,i} * (Y_{i,1} + S_{i,1})) + MI_{j,1} \forall j, t \quad (\text{Ecuación 8})$$

Restricción 6. Balance de inventario de materia prima para los demás periodos.

$$MI_{j,t-1} + MC_{j,t} = \sum_{i=1}^n (RM_{j,i} * (Y_{i,t} + S_{i,t})) + MI_{j,t} \forall j, t \quad (\text{Ecuación 9})$$

Restricción 7. Balance de inventario de unidades de pijamas de referencia i de primer periodo.

$$I_{i,1} - F_{i,1} = Y_{i,1} + S_{i,1} - dem_{i,1} \forall i, t \quad (\text{Ecuación 10})$$

Restricción 8. Balance de inventario de unidades de pijamas de referencia i de resto periodo.

$$I_{i,t} - F_{i,t} = Y_{i,t} + S_{i,t} - dem_{i,t} + I_{i,t-1} - F_{i,t-1} - dem_{i,t} \forall i, t \quad (\text{Ecuación 11})$$

Restricción 9. Capacidad de horas de mano de obra en tiempo regular.

$$HP_{p,t} \leq 7 * DL_t \forall t, p \quad (\text{Ecuación 12})$$

Restricción 10. Máximo de horas extra que puede trabajar al mes.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{a=1}^n O_{i,t,p,a} * TO_{i,a} \leq 2 * DL_t \forall t, p \quad (\text{Ecuación 13})$$

Restricción 11. Máximo de tiempo extra de uso de máquinas al mes.

$$\sum_{i=1}^n TE_{i,a} * \sum_{p=1}^n (X_{i,t,p,a} + O_{i,t,p,a}) \leq 9 * DL_t \forall a, t \quad (\text{Ecuación 14})$$

Restricción 12. Tiempo de contrato de operario.

$$H_{p,i,t} \geq \sum_{i=1}^n (H_{p,i,t}) + TD * D_{p,t} \forall p, t \quad (\text{Ecuación 15})$$

Restricción 13. Asignación de actividad en tiempo regular.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n X_{i,t,p,a} \leq W_{p,a} * 1000000000 \quad \forall a, p \quad (\text{Ecuación 16})$$

Restricción 14. Asignación de actividad en tiempo extra.

$$\sum_{i=1}^n TE_{i,a} * \sum_{p=1}^n (X_{i,t,p,a} + O_{i,t,p,a}) \leq 9 * DL_t \forall a, t \quad (\text{Ecuación 17})$$

Restricción 15. Cantidades por producir por operario y por actividad en tiempo regular.

$$\sum_{p=1}^n X_{i,t,p,a} = Y_{i,t} \quad \forall i, t, a \quad (\text{Ecuación 18})$$

Restricción 16. Cantidades por producir por operario y por actividad en tiempo extra.

$$\sum_{p=1}^n O_{i,t,p,a} = S_{i,t} \quad \forall i, t, a \quad (\text{Ecuación 19})$$

Restricción 17. Número de pausas activas al mes.

$$\sum_{p=1}^n \sum_{t=1}^n D_{p,t} = P \quad (\text{Ecuación 20})$$

Restricción 18. Costos de materia prima.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^n CP_{j,i} * RM_{j,i} * (Y_{i,t} + S_{i,t}) = CTMP \quad (\text{Ecuación 21})$$

Restricción 19. Costo total de recursos.

$$\sum_{a=1}^n \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n (CM_a * HM_{a,i,t} + CM_a * HR_{a,i,t}) = CTM \quad (\text{Ecuación 22})$$

Restricción 20. Costo total de mano de obra regular.

$$\sum_{p=1}^n \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n CH * H_{p,i,t} = CTMOR \quad (\text{Ecuación 23})$$

Restricción 21. Costo total de mano de obra extra.

$$\sum_{p=1}^n \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n CE * HE_{p,i,t} = CTMOE \quad (\text{Ecuación 24})$$

Restricción 22. Costo total de inventario.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n CI * I_{i,t} = CTI \quad (\text{Ecuación 25})$$

Restricción 23. Costo total faltante.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^n CF * F_{i,t} = CTF \quad (\text{Ecuación 26})$$

Restricción 24. Costo total.

$$CTMP + CTM + CTMOR + CTMOE + CTI + CTF = CT \quad (\text{Ecuación 27})$$

Restricción 25. Restricción paramétrica.

$$\sum_{p=1}^n \sum_{t=1}^n D_{p,t} \geq MAX PA * alfa \quad (\text{Ecuación 28})$$

Resultados

La propuesta del presente trabajo se realiza analizando la infraestructura actual de la organización y, a partir de allí, se realiza su redistribución. Se destaca, en primera instancia, que no se cuenta con algunos espacios que se presentaban inicialmente, como la recepción, insumos y confección en el primer nivel (campo sombreado de rojo en la figura 4). Además, conviene mencionar que se realiza una ampliación en los tres niveles (área sombreada de color azul). Esta propuesta se basa siguiendo el flujo ideal del producto (figura 3), el cual se determinó por medio de diagramas relacional, cursograma analítico, diagrama OTIDA, entre otros, que fueron claves para conocer el proceso productivo, en donde se considera que el recorrido debe iniciar en el tercer nivel (figura 7), de tal manera que el proceso concluya en el primero (figura 5), con el fin de reducir distancias. Como se observa en la figura 7, diseño, trazo y corte se localizan ahora en el tercer nivel, mientras que en el segundo nivel se ubican las áreas de insumos, confección, estampado, termofijado, revelado y empaque (figura 6); se toma el cuarto de rollos como zona de recepción de prendas con el objetivo de minimizar los tiempos de espera, dado que el pantalón ya va estar disponible en recepción de prendas para ser trasladado directamente junto a la blusa al área de empaque, sin necesidad de desplazar la blusa a estampado y que el pantalón espere a que se ejecute esta actividad. Por último, el proceso culmina en el primer piso, en donde se encuentra la bodega, con una ampliación 139,3 m², dispuestos para asignar más estantes y hacer una reorganización que garantice una distancia moderada para los pasillos. Todo esto basado en la metodología SLP.

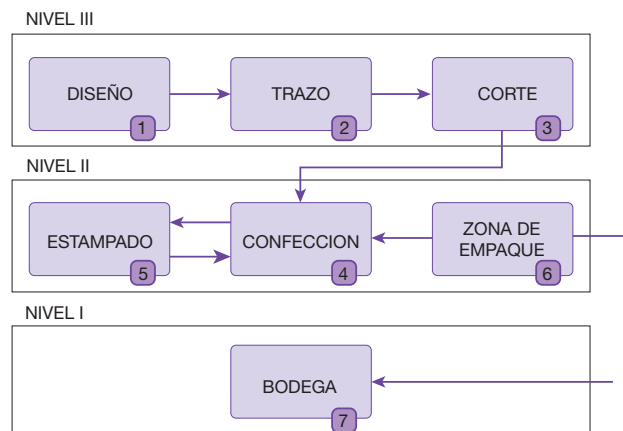


Figura 3. Flujo ideal del proceso

Fuente: elaboración propia.

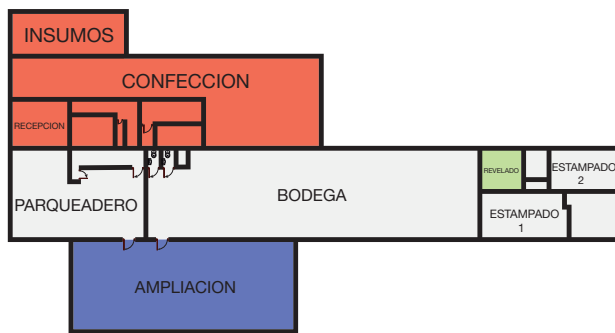


Figura 4. Infraestructura actual de la empresa
Fuente: elaboración propia.

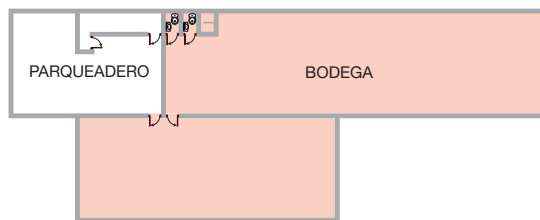


Figura 5. Propuesta para el primer nivel
Fuente: elaboración propia.

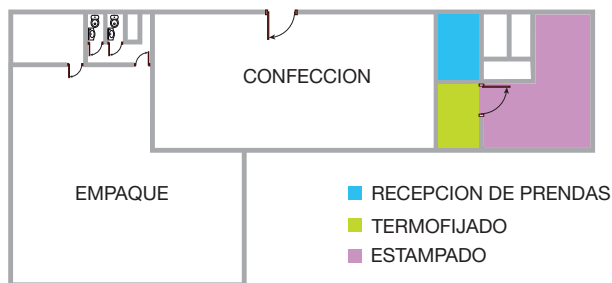


Figura 6. Propuesta para el segundo nivel
Fuente: elaboración propia.

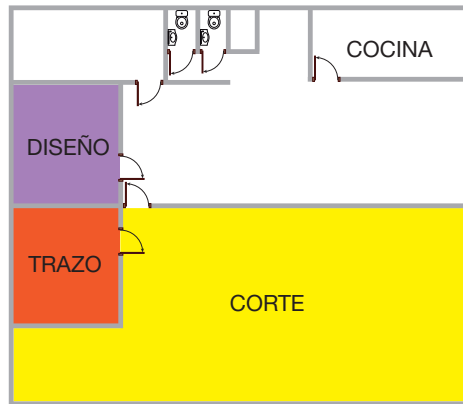


Figura 7. Propuesta para el tercer nivel
Fuente: elaboración propia.

En cuanto al modelo de planeación agregada, con la información arrojada en GAMS se logra conocer el número de unidades por referencia de pijama que debe fabricarse cada mes (figura 8). De acuerdo con los datos obtenidos, la referencia con mayor número de unidades por producir es la referencia 2404 (bata de dama con tiras).

Finalmente, el óptimo que se alcanza tanto en la minimización de costos totales es de 251 820 600 COP con una maximización de número de pausas activas (figura 9). Esto quiere decir que, considerando costos de la materia prima, recursos, horas laboradas en tiempo regular, horas laboradas en tiempo extra, faltante de inventario, el costo total es el más bajo posible, mientras que el número de pausas activas es la cantidad más alta.

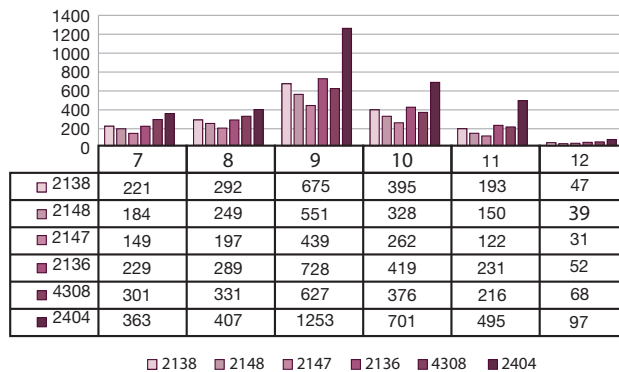


Figura 8. Unidades de pijama por fabricar por referencia al mes.
Fuente: elaboración propia a través de GAMS.

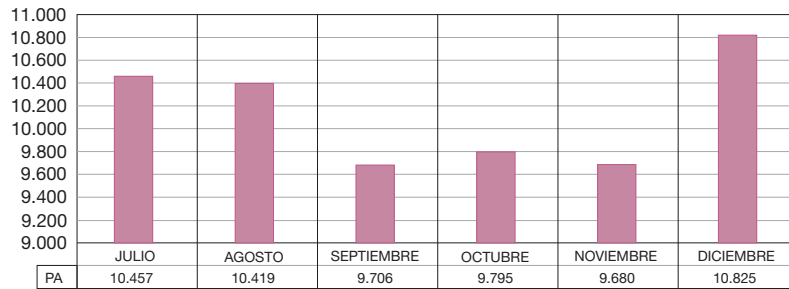


Figura 9. Cantidad de pausas activas al mes
Fuente: elaboración propia a través de GAMS.

Discusión

Con la redistribución de los espacios físicos se logra una disminución en la distancia por recorrer para el proceso de elaboración de pijamas, con una mejora de 69,73%. Además, el área ocupada por producto en proceso se reduce en un 17,14%: se liberaron 5,58 m² de espacio invadido por bolsas con material. Finalmente, se obtiene una longitud entre pasillos de 104,08 m, lo que incrementa un 145,30% la distancia entre estos; lo anterior con el fin de que el operario logre la circulación o traslado del producto con facilidad.

Con el fin de conocer las unidades por fabricar mensualmente para cada referencia, por un periodo de un año, a través de datos suministrados por la empresa, inicialmente se realiza un pronóstico de la demanda para los 6 meses. Este fue desarrollado por medio del método de suavización exponencial simple, doble y triple. Se escogió el último método debido a que brinda una menor desviación media absoluta (DMA). Luego, se realizó la formulación del modelo, considerando la capacidad de la empresa en cuanto a disponibilidad de materia prima, recursos, tiempo de labor, inventario y costos de producción. Finalmente, con la solución obtenida en GAMS, se tiene que la planeación de la producción es de un costo de 251 820 600 COP y una cantidad de pausas activas en promedio de 10,1 por mes.

Conclusiones

Se diseñó una redistribución de planta para un caso específico, con la que se obtuvo un porcentaje de mejora en cuanto a distancia recorrida por el material en proceso, espacio ocupado y distancia entre pasillos, a través del método *systematic layout planning* (SLP); el porcentaje de mejora fue del 69,73%. En cuanto a la distancia, se reduce el área ocupada por bolsas con material en proceso y cajas en un 17,14%, mientras que la distancia entre pasillos se incrementa en un 145,30%.

Además, se construyó la formulación de un modelo matemático eficiente de planeación agregada que incluye la cantidad de pausas activas. Se obtuvo un balance en las unidades por producir por mes en un horizonte de tiempo de seis meses, con un costo total de

251 820 600 COP para producir un total de 20094 unidades, teniendo en cuenta que en este tiempo de producción los empleados realizan en promedio 10,147 pausas activas.

Referencias

- Bellido, Y. A., & La Rosa León, A. G. (2018). Modelo de optimización de desperdicios basado en lean manufacturing para incrementar la productividad en las mypes del sector textil [trabajo de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://bitly.co/GQNu>
- Chang, A. (2016). *Propuesta de mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <https://bitly.co/GQNX>
- Galindres, D., Soto, J., & Estrada, S. (2016). Asignación de frecuencias apropiadas a través de un modelo multiobjetivo para un sistema BRT. *Revista EIA*, 13(26), 141-152. <https://doi.org/10.24050/reia.v13i26.743>
- Garzón, N. A., González Neira, E. M., & Pérez Vélez, I. (2017). Metaheurística para la solución del Transit Network Design Problem multiobjetivo con demanda multiperiodo. *Ingeniería y Ciencia*, 13(25), 29-69. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.13.25.2>
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (2017). *Pausas activas. Tómate un descanso renuévate de energía*. Gobierno de Colombia. <https://bitly.co/GQOR>
- Linfati, R., Pradenas, L., & Ferland, J. (2016). Planificación agregada en la cosecha forestal: Un modelo de programación matemática y solución. *Madera. Ciencia y Tecnología*, 18(4), 555-566. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000048>
- Pérez, N., & Pizarro, K. (2016). *Plan de mejora del proceso de producción en la empresa textil confecciones Kristy S. R. L. para incrementar la productividad Chiclayo 2016*. Universidad Señor de Sipán. <https://bitly.co/GQOP>