

Implementación de herramientas Lean Manufacturing para minimizar el tiempo de entrega de pedidos de suéteres

Implementation of Lean Manufacturing tools to minimize sweater order delivery time

Lizbeth Cruz Santiago ^a, María F. Pichardo Rivera ^b, Israel Amaro Rubio ^c

Abstract:

Lean manufacturing, also known as lean manufacturing, is a business management methodology and philosophy that seeks to improve the operations and activities of any production system. It is based on doing more with less effort, eliminating all types of waste or activities that do not generate value. The technique used in lean manufacturing is line balancing, which consists of assigning tasks in a balanced manner to workstations to minimize time. of machines and operators. The objective is to optimize effectiveness values and distribute tasks equally. The project focused on the reduction of workstations, the reduction of unnecessary use of workers who had leisure time for better use of each worker's time, resulting in an increase in the percentage of OEE, which led to the elimination of the main bottleneck in the first work area acceleration of the work pace of the entire line resulting in an increase in production from 511 garments to 1092.

Keywords:

Line balancing, OEE, Takt time

Resumen:

La manufactura esbelta, también conocida como lean manufacturing, es una metodología y filosofía de gestión empresarial que busca mejorar las operaciones y actividades de cualquier sistema de producción. Se basa en hacer más con menos esfuerzo, eliminando todo tipo de desperdicio o actividades que no generen valor, la técnica utilizada en lean manufacturing es el balanceo de línea, que consiste en asignar tareas de manera equilibrada a las estaciones de trabajo para minimizar los tiempos de las máquinas y los operadores. El objetivo es optimizar los valores de efectividad y distribuir las tareas de manera igualitaria. El proyecto se enfocó en la reducción de las estaciones de trabajo la disminución del uso innecesario de trabajadores que tenían tiempo de ocio para un mejor aprovechamiento del tiempo de cada trabajador dando como resultado el aumento del porcentaje del OEE, que llevo a la eliminación del principal cuello de botella en la primera área de trabajo aceleración del ritmo de trabajo de toda la línea dando como resultado el aumento de la producción de 511 prendas a 1092.

Palabras Clave:

Balanceo de líneas, OEE, Takt time

Introducción

En la innovación de la generación de productos de excelente calidad, se destaca el Lean Manufacturing (LM),

^a Autor de Correspondencia, Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec | Ingeniería de Logística | Jilotepec de Molina Enríquez-Estado de México | México, <https://orcid.org/0000-0002-9969-4692>, Email: lizbeth.cs@jilotepec.tecnm.mx

^b Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec | Ingeniería de Logística | Jilotepec de Molina Enríquez-Estado de México | México, <https://orcid.org/0009-0002-9176-0461>, Email: maria.pr@jilotepec.tecnm.mx

^c Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec | Ingeniería de Logística | Jilotepec de Molina Enríquez-Estado de México | México, <https://orcid.org/0009-0004-0715-021X>, Email: iamaror21@hotmail.com

filosofía de apoyo productivo que ayuda a la industria a mejorar la producción, la competitividad, la calidad del producto y el tiempo del ciclo productivo. Esto representa una reducción al mínimo de los desechos, los movimientos innecesarios, los traslados y transportes prolongados, mediante un enfoque sistemático para lograr una operación efectiva, lo cual, representa una optimización del inventario en planta y bodega, reduciendo el tiempo de entregas, (Vesgalizcano, 2022).

El constante desarrollo económico, tecnológico y social se han convertido en factores clave para que los consumidores sean más demandantes antes sus necesidades es por ello por lo que las industrias han tenido que adaptarse a estas nuevas expectativas por parte de sus clientes para poder mantenerse al ritmo, el proyecto de mejora marca la diferencia de la empresa con las demás, toda vez que favorece la eficiencia de sus recursos y procesos, que a su vez obtienen un crecimiento que se da gracias a la reducción de su costeo, haciéndolas esencialmente más atractivas en el mercado, (Riveros, 2022).

Actualmente en el sector empresarial, existe la necesidad de ser cada día más competitivos, a fin de conseguir permanencia en el mercado lo que obliga a las organizaciones a analizar sus procesos con la firme intención de ofrecer una mejor calidad que satisfaga las necesidades y expectativas de los clientes. Se describe el proceso productivo de una empresa de giro textil la cual considerada en crecimiento transportando sus prendas a toda la República Mexicana con clientes principales en Texcoco, Toluca y Morelia cuyo problema se refiere a los altos tiempos de ciclo en sus procesos causando fuertes golpes económicos derivado de la pérdida de ventas debido a la cancelación de pedidos no entregados en tiempo, no se le ha prestado la atención adecuada en su proceso productivo, lo que ha llevado a la empresa a tener un inadecuado desempeño en las entregas provocando retrasos e incumplimiento ya que pues del total de pedidos un 24.36 % han sido fuera de tiempo en promedio de los últimos 2 años y el 6.41% han sido cancelados por no estar a tiempo los pedidos. Como los suéteres navideños son productos muy demandados solamente en una época del año, la oferta de la empresa no es suficiente para satisfacer la demanda de los clientes puesto que sus máquinas y telares cuentan con una capacidad de producción limitada.

Los suéteres que presentaron defectos (manchas en la tela, malos cortes, un mal cosido de las telas, etc.), a lo largo del proceso de producción y que no cumplen con las características técnicas necesarias para ser entregados. Hacer una entrega a tiempo es un factor importante y es

una clave para obtener una buena relación con los clientes y las organizaciones obteniendo una relación sólida, (Santamaría, 2022).

Metodología

El proyecto tiene como objetivo reducir el tiempo de entrega de los suéteres navideños a los clientes mediante la realización de un mapeo de procesos para minimizar las pérdidas financieras de la empresa textil donde se han retrasado la entrega de pedidos para identificar las principales causas con las incidencias más perjudiciales a fin de darles solución.

Para la realización del proyecto se realizó un cronograma para planear los tiempos de la ejecución de este, el cual se presenta a continuación.

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
Busqueda de empresa	■															
Entrega de carta de presentación		■														
Recepción de la carta de aceptación			■													
Visualización del proceso de producción dentro de la empresa				■												
Indagación sobre los problemas que tiene la empresa					■											
Seleccionar la problemática a resolver						■										
Busqueda de herramientas para la solución del problema							■									
Busqueda de información teórica								■								
Redacción de cada apartado del proyecto									■							
Toma de tiempo de cada proceso										■						
Conocer información determinada de cada área de trabajo (número de personal, cantidad de maquinaria).											■					
Cálculos de tiempo ciclo, takt time, OEE, tiempo disponible.												■				
Representación de la información obtenida en un mapeo de procesos.													■			
Balanceo de líneas														■		
Toma de tiempos con los cambios implementados															■	
Análisis de resultados																■

Figura 1. Gráfico de Gantt para actividades. Fuente: Elaboración propia.

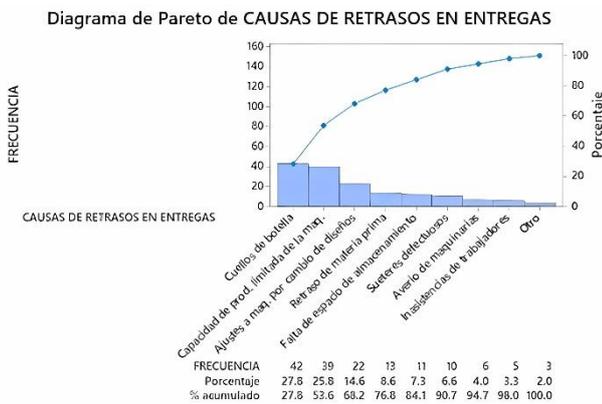
Para conocer la situación actual de la empresa se realiza una entrevista semiestructurada a los encargados de la organización, con la finalidad de conocer el proceso productivo y de esta manera identificar las problemáticas que se presentan en el mismo.

Derivado de la realización de la entrevista se obtiene la información necesaria con la cual se inicia la identificación de las problemáticas que actualmente tiene la empresa textil en su proceso productivo, es así como se determinó que la principal problemática es las entregas fuera de tiempo, de los pedidos de los clientes, lo cual a su vez provoca pérdidas económicas para su empresa.

También se utilizó una hoja de observación la cual permitió observar a detalle las principales causas que estaban sucediendo dentro de la empresa y que influían en la entrega de pedidos, así como se recolecto información relevante sobre las causas más frecuentes.

Se registra que la causa más frecuente son los cuellos de botella, por lo que se da la pauta para dar soluciones al problema.

Para concretar un verdadero conocimiento del proceso productivo de la fabricación de suéteres navideños y poder plantear una solución adecuada del problema basada en un diagnóstico, en primer lugar, se realiza un diagrama de Pareto de las principales causas que han provocado retrasos en las entregas de suéteres navideños, para determinar la causa con más incidencias. El diagrama es elaborado con la información histórica que la empresa proporcionó y algunas observaciones realizadas a lo largo del proceso productivo.



Gráfica 1. Diagrama de Pareto de las causas de retrasos en las entregas Fuente: Elaboración propia. Fuente: Elaboración propia.

Realizando el análisis de la información obtenida en el diagrama de Pareto, se puede identificar 9 causas principales que causan retrasos en las entregas de los productos (cuellos de botella, capacidad de producción limitada de las máquinas, ajustes a las máquinas por los cambios de diseños, retraso en la entrega de materia prima, falta de espacio para almacenamiento, suéteres defectuosos, averío de maquinarias, inasistencia de trabajadores y otras causas que ocurren con poca frecuencia).

Resultados

Se determina que la principal causa de retrasos de los suéteres navideños a los clientes son los cuellos de botella, por lo que se hace estudio de estos a través de la elaboración de un mapeo de procesos de la situación actual de la empresa con la finalidad de identificar el flujo de material, tiempos de proceso y actividades del proceso que están provocando los cuellos de botella.

Para la elaboración del mapeo de procesos se tienen los siguientes datos generales de la empresa, la toma del tiempo ciclo de las diferentes áreas de producción, el cálculo de la OEE por cada área, así como el cálculo del OEE promedio de todas las áreas, cálculo del takt time, cálculos de la demanda diaria, cálculos de la entrega de proveedores, cálculo del lead time y cálculo del tiempo de proceso que a continuación se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos generales del proceso actual. Fuente: Elaboración propia.

Jornada laboral		Días trabajados
Jornada 8 horas x Día		7 días a la semana
Demanda		Cantidad de prendas elaboradas
Demanda Semanal		1200 suéteres

Así mismo se analizó el takt time del proceso donde se observó que para no tener demoras en la entrega de los suéteres se debe de trabajar con un tiempo takt de 168.02 satisfaciendo una demanda diaria de 171.4 suéteres para cubrir la demanda semanal.

$$\begin{aligned}
 \text{Demanda diaria} &= \frac{1200 \text{ sueteres}}{7 \text{ dias}} \\
 &= 171.42 \frac{\text{sueteres}}{\text{dias}}
 \end{aligned}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda}} = \frac{28800}{171.4} = 168.02 \text{ S}$$

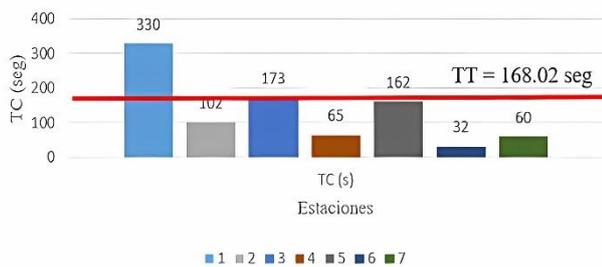
Tabla 2. toma de tiempo ciclo. Fuente: Elaboración propia.

	Tejido	Corte	Confección	Terminado/Revisión	Planchado	Calidad	Empacado
Tiempo ciclo	330 s	196 s	173 s	65 s	162 s	32 s	60 s
Personal destinado	2	2	3	1	2	1	1
Tarea por proceso	2	2	3	1	2	1	1

Se trabaja con un tiempo ciclo de 924 segundos el cual se concluye que algunos procesos están por encima del takt time y otros muy por debajo, como se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 2. TC de las estaciones de producción de suéteres navideños propuesto. Fuente: Elaboración propia.

TC de las estaciones de producción de suéteres navideños actual



También se desarrolló el cálculo del OEE para conocer el indicador en el cual se estaba trabajando con el proceso productivo el cual arrojó un número alarmante pues solo se tenía un 18% encontrándose como inaceptable, como se puede ver en la Tabla 2.

Tabla 3. Cálculo de OEE del proceso. Fuente: Elaboración propia.

	Tejido	Corte	Confección	Terminado/revisión
Calidad $\frac{\text{Piezas sin defectos}}{\text{Piezas totales}}$	$\frac{80}{82} = .975$	$\frac{80}{82} = .975$	$\frac{77}{79} = .974$	$\frac{76}{77} = .987$
Productividad $\frac{\text{Piezas reales}}{\text{Piezas planeadas}}$	$\frac{82}{171.4} = .478$	$\frac{82}{171.4} = .478$	$\frac{79}{171.4} = .460$	$\frac{77}{171.4} = .449$
Disponibilidad $\frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo disponible}}$	$\frac{27060}{28800} = .939$	$\frac{27060}{28800} = .939$	$\frac{13667}{28800} = .474$	$\frac{5005}{28800} = .173$
Cx Px D	$(.975)(.478)(.939) = .437$	$(.975)(.478)(.939) = .437$	$(.974)(.460)(.474) = .212$	$(.947)(.449)(.173) = .076$

Tabla 4. Cálculo de OEE del proceso. Fuente: Elaboración propia.

	Planchado	Calidad	Empacado
Calidad $\frac{\text{Piezas sin defectos}}{\text{Piezas totales}}$	$\frac{75}{76} = .986$	$\frac{73}{75} = .973$	$\frac{73}{73} = 1$
Productividad $\frac{\text{Piezas reales}}{\text{Piezas planeadas}}$	$\frac{76}{171.4} = .443$	$\frac{75}{171.4} = .437$	$\frac{73}{171.4} = .425$
Disponibilidad $\frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo disponible}}$	$\frac{12312}{28800} = .427$	$\frac{2400}{28800} = .083$	$\frac{4380}{28800} = .152$
CxPx D	$(.986)(.443)(.427) = .186$	$(.973)(.437)(.083) = .035$	$(1)(.425)(.152) = .064$

De acuerdo con lo anterior se prosiguió en la realización de un balance de líneas para equilibrar el proceso de fabricación de suéteres navideños, se toma cada uno de los tiempos ciclo que se obtuvieron previamente.

Por lo tanto, para balancear la línea actual de producción, se decide emplear la distribución heurística para combinar tareas a las estaciones de trabajo, para esto se necesita como requisito elaborar el diagrama de procedencia, el número de unidades demandadas que es un total de 171.42 suéteres diarios.

Se observa como en la primera estación el tiempo takt time es rebasado, así como en la estación 3, mientras que otras estaciones como la 6 solo está ocupando 32 segundos de 168.02 segundos disponibles.

Con el tiempo takt time de 168,02 s se tiene que balancear el trabajo en cada estación, por lo tanto, el siguiente paso es encontrar esas estaciones teóricas que se necesitan en la línea actual de producción, empleado la siguiente ecuación:

$$NT = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas TC}}{\text{Takt Time}}$$

$$NT = \frac{924 \text{ seg}}{168.02 \text{ seg}} = 5.49 \approx 6 \text{ estaciones}$$

Lo que significa que se deben de tener 6 estaciones mínimas por asignar a toda la línea que sería lo ideal, aunque en diversas ocasiones esto no sucede así por las diferentes restricciones regidas en el proceso impidiendo agrupar los procesos.

El siguiente paso es ocupar una de las reglas que tiene la distribución heurística para ir asignando las estaciones a

cada tarea, se eligió la primera regla, la cual nos dice que se tiene que dar prioridad a las tareas que le siga un número mayor de otras tareas.

Tabla 5. Distribución de tareas proceso actual. Fuente: Elaboración propia.

Tarea	# Tareas siguientes
A	11
B	10
C	9
D	8
E	7
F	6
G	5
H	4
I	3
J	2
K	1
L	0

El tiempo restante no asignado se obtiene de la diferencia entre el tiempo de cada tarea y el tiempo takt time calculado anteriormente si el tiempo es suficientemente grande para ocuparlo con otra tarea siguiente, se la asigna a la misma estación, siempre respetando la precedencia.

Tabla 6. Tiempo restante no asignado actual. Fuente: Elaboración propia.

Estación	Tarea	TC (s)	Tiempo restante no asignado por tarea	Tiempo restante no asignado por estación
1	A	210	-41	-161.98
	B	120	48.02	
2	C	30	138.02	66.02
	D	72	96.02	
3	E	37	131.02	-4.98
	F	42	126.02	
	G	94	74.02	
4	H	65	103.02	103.02
5	I	92	76.02	6.02
	J	70	98.02	
6	K	32	136.06	136.02
7	L	60	108.02	108.02
Total		924	1093.26	252.14

Se puede observar que en la tarea A, el tiempo ciclo rebasa el tiempo takt time del ritmo de trabajo mientras

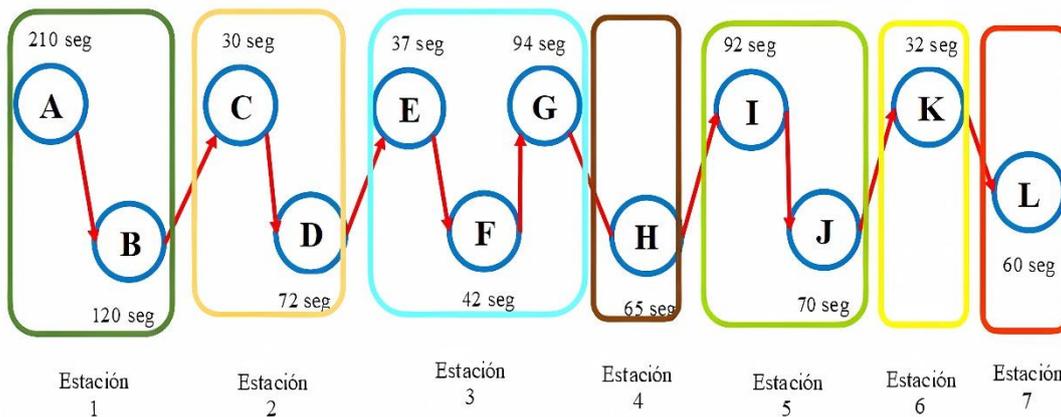


Figura 2. División de estaciones en el proceso actual. Fuente: Elaboración propia.

En la división de estaciones del proceso actual se observa un desbalance en las cargas de trabajo, principalmente en la estación 1 la cual tiene una suma total de 330 segundos superando por mucho el takt time de 168.02 segundos, esto a comparación de la estación

que en las estaciones C, D, E, F, H, J, K y L se tiene un tiempo libre u ocioso mayor del 50% del ritmo de trabajo establecido, que no es ocupado por el personal y donde se observa que se podrá aprovechar y reasignar el personal para apoyar a los procesos que se están llevando más tiempo del asignado.

A continuación, se procede a encontrar la eficiencia de la línea actual, mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 & \text{Eficiencia} \\
 &= \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas TC}}{\text{Número de estaciones de trabajo NT} * \text{Takt Time}} \\
 & * 100 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{924}{7 * 168.02 \text{ seg}} * 100 \% = 78.56\%$$

$$\text{Eficiencia} = 78.56 \%$$

El balance actual presenta una eficiencia del 78.56 %, con la cual se procede a agrupar cada uno de los trabajos en el diagrama de procedencia con la finalidad de que cada estación tenga un tiempo similar al tiempo de ciclo calculado, esto para cumplir con la demanda diaria de 171.42 sueteres

K la cual solo es productivo 30 segundos a comparación del takt time de 168.02 segundos, por lo que el tiempo ocioso es del 82.14% del tiempo disponible.

En el proceso actual se emplean en total 10 trabajadores para realizar las 12 tareas, cabe resaltar que el empleado

encargado de la tarea de meter hebra y deshebrar también realiza la tarea de calidad y empaquetado.

A continuación, se presenta la siguiente fórmula para calcular el número ideal de obreros requeridos para el proceso de fabricación de suéteres.

$$\# \text{ Operadores} = \frac{\sum \text{Tiempo de proceso}}{\text{Takt Time}} = \frac{924 \text{ seg}}{168.02} = 5.49 \approx 6$$

Por lo tanto, en el proceso actual se está trabajando con 4 operadores de más, los cuales tienen tiempos oscilantes no productivos, que no agregan valor al proceso.

La propuesta para balancear la línea actual de producción sería el de reubicar los trabajadores que tienen más tiempo libre, el cual es desperdiciado y no aporta valor agregado al producto.

Se propone reubicar el trabajador de la tarea B (tejido de mangas) con el trabajador A (tejido de espalda), para que este le ayude a realizar las tareas que le consumen al operador como en las actividades de acomodar hilos y separar telas, de esta manera el trabajador A solo se enfocara en manejar el telar y las cargas de trabajo serán divididas a la mitad.

El trabajador de la tarea C solo estaba ocupa 30 segundos por lo que se le asignaran las tareas D y E, con motivo de que el trabajador no pierda tanto tiempo libre. Para el trabajador de la tarea F se asignará de igual forma la tarea G con la misma finalidad que el caso anterior, y reducir tiempos muertos.

Se continuará dejando al trabajador de la tarea H, K y L, las mismas actividades, ya que se aprovecha bien en tiempo, mientras que a las tareas I y J se les asignará solamente un trabajador para realizarlas ambas.

De esta manera se pretende cumplir con el número de estaciones adecuadas que se calculó anteriormente, al igual que el número de operadores, con esto se consigue eliminar tiempos muertos de los obreros que tardaban muy poco tiempo en su proceso y se disminuyen costos por salarios.

La reasignación de tareas se consigue gracias a la distribución heurística para combinar tareas a las estaciones de trabajo para esto se necesita como requisito o elaborar el diagrama de precedencia, el número de unidades demandadas que lo consideramos como 171.42 unidades que se pueden elaborar con el nuevo tiempo de ciclo reasignado y el tiempo disponible para producir la demanda que sería una jornada de 8 horas laborables equivalente a 28,800 segundos

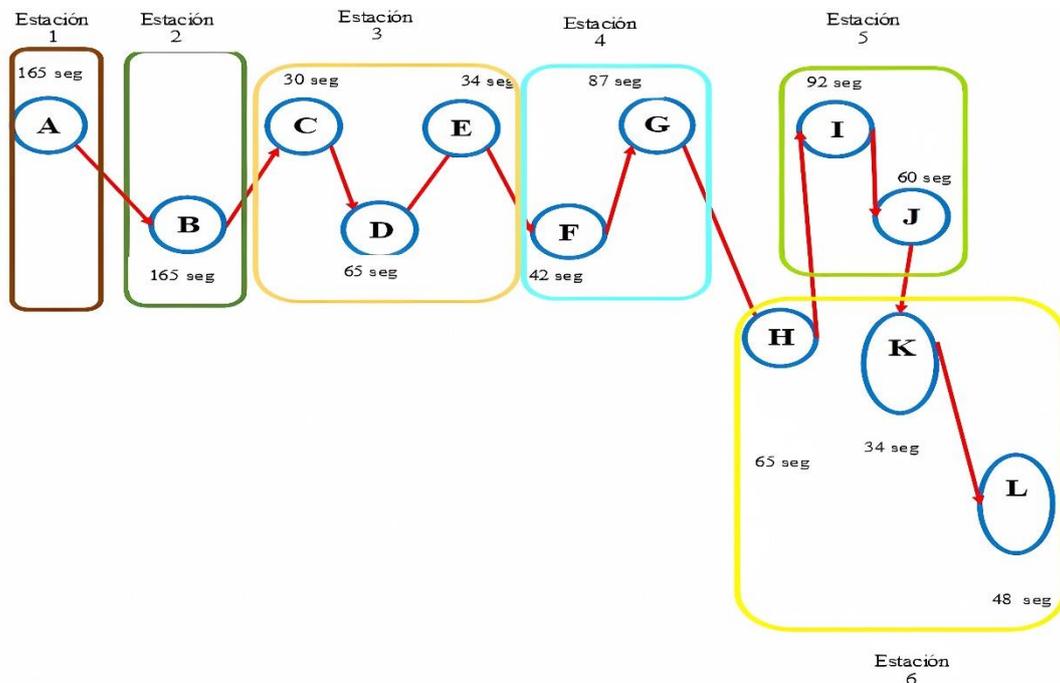


Figura 3. Diagrama de precedencia propuesto. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan cada una de las precedencias necesarias para cada proceso además de sus tiempos estándar necesarios.

Tabla 7. Precedencias proceso propuesto. Fuente: Elaboración propia.

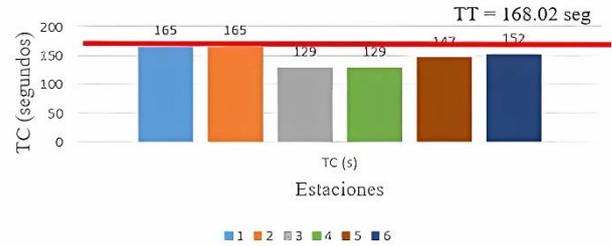
Tarea	Descripción	TC (s)	Precede
A	Tejido espalda y frente	165	-
B	Tejido de mangas	165	A
C	Desunir chaleco	30	B
D	Corte de chaleco	65	C
E	Confección over	34	D
F	Confección coleártela	42	E
G	Confección hombros, manga y costados	87	F
H	Meter hebra y deshebrar	65	G
I	Planchado dama	92	H
J	Planchado caballero	60	I
K	Calidad	34	J
L	Empacado	48	K
Total	887		

Como siguiente paso se tiene que calcular el tiempo takt time que se asignara a toda la línea para cumplir con la demanda diaria requerida, mediante la siguiente ecuación:

$$TT = \frac{28800 \text{ seg}}{171.42 \text{ sueteres}} = 168.02 \text{ seg}$$

A continuación, se muestra gráficamente la distribución del TC de las diferentes estaciones a contraposición del tiempo calculado takt time.

TC de las estaciones de producción de sueteres navideños propuesto



Gráfica 3. TC de las estaciones de producción de suéteres navideños propuesto. Fuente: Elaboración propia.

Con la propuesta se puede observar una división de trabajo más similar entre cada estación. Lo que significa que se contará con 6 estaciones para realizar el trabajo.

A continuación, se procede a encontrar la eficiencia de la línea propuesta, mediante la siguiente formula:

Eficiencia

$$= \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas TC}}{\text{Número de estaciones de trabajo NT} * \text{Tact Time}} * 100 \%$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{887}{6 * 168.02 \text{ seg}} * 100 \% = 87.98 \%$$

$$\text{Eficiencia} = 87.98 \%$$

El balance de línea propuesto arroja una eficiencia del 87.98% con respecto a la calculada al inicio que era de 78.56% se tiene 9.42% más en el proceso, reduciendo el tiempo ocioso en cada estación.

A continuación, se presenta la siguiente fórmula para calcular el número ideal de obreros requeridos para el proceso de fabricación de suéteres.

$$\# \text{ Operadores} = \frac{\sum \text{Tiempos de proceso}}{\text{Takt Time}} = \frac{887 \text{ seg}}{168.02 \text{ seg}} = 5.27 \approx 6$$

Por lo tanto, en la propuesta de balance de línea se indica que solo se estarán empleando teóricamente 6 operarios, por lo que ahora se tiene que encontrar el recurso humano que se empleará para cumplir con la producción trazada, es importante seleccionar los trabajadores con mayores competencias para realizar los trabajos, por lo que se realiza una matriz de habilidades para determinar los obreros que se asignaran a cada estación, dicha matriz de habilidades se muestra a continuación:

Tarea	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	Trabajador 5	Trabajador 6	Trabajador 7	Trabajador 8	Trabajador 9	Trabajador 10
Tarea A	Excelente	Buena	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Buena	Necesita ayuda	Excelente
Tarea B	Excelente	Excelente								
Tarea C	Excelente	Excelente								
Tarea D	Excelente	Excelente								
Tarea E	Excelente	Excelente								
Tarea F	Excelente	Excelente								
Tarea G	Excelente	Excelente								
Tarea H	Excelente	Excelente								
Tarea I	Excelente	Excelente								
Tarea J	Excelente	Excelente								
Tarea K	Excelente	Excelente								
Tarea L	Excelente	Excelente								

Tabla 8. Cálculo de OEE actual. Fuente: Elaboración propia

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	Estación 6
Calidad $\frac{\text{Piezas sin defectos}}{\text{Piezas totales}}$	$\frac{162}{164} = .987$	$\frac{161}{162} = .993$	$\frac{159}{161} = .987$	$\frac{158}{159} = .993$	$\frac{156}{158} = .987$	$\frac{156}{156} = 1$
Productividad $\frac{\text{Piezas reales}}{\text{Piezas planeadas}}$	$\frac{164}{171.4} = .956$	$\frac{162}{171.4} = .945$	$\frac{161}{171.42} = .939$	$\frac{159}{171.4} = .927$	$\frac{158}{171.4} = .921$	$\frac{156}{171.4} = .910$
Disponibilidad $\frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo disponible}}$	$\frac{27060}{28800} = .939$	$\frac{26730}{28800} = .928$	$\frac{22379}{28800} = .777$	$\frac{21624}{28800} = .750$	$\frac{26386}{28800} = .916$	$\frac{25272}{28800} = .877$
Cx Px D	$(.987)(.956)(.939) = .886$	$(.993)(.945)(.928) = .870$	$(.987)(.939)(.777) = .720$	$(.993)(.927)(.750) = .690$	$(.987)(.921)(.916) = 0.832$	$(1)(.910)(.877) = 0.877$

Con la realización de los ajustes y cálculos correspondientes se incrementa el OEE en un 63%, ya que paso de un 18% a un 81%, y el calculo del indicador de productividad pasó de un de 45% a un 87%, teniendo un aumento de 42%.

Conclusiones

A través de la implementación de las herramientas lean es que se consigue determinar la principal causa de los retrasos de entrega con los clientes, permitiendo hacer un estudio de los tiempos con el cual se determinó la pauta para implementar un balance de línea con la finalidad de reducir los cuellos de botella detectados, esto se consiguió a través del reparto de tareas en el proceso entre los trabajadores con mayores capacidades en las diferentes tareas, evitando de esta manera en lo mayor

Gráfica 4. Matriz de habilidades. Fuente: Elaboración propia.

Los obreros con mayores habilidades y que se emplearán en los trabajos serán los trabajadores 1,2,3,4,5 y 6, los cuales son los trabajadores que cuentan con más tiempo en la empresa.

Una vez determinados los cuellos de botella en el mapeo de procesos actual, se da la pauta para identificar dos principales cuellos de botella, que provocaban que la producción de suéteres navideños se viera retrasada.

Una vez hecho el cambio se realizó el cálculo de la OEE por cada estación rediseñada, así como el cálculo del OEE promedio de todas las áreas.

posible la pérdida de tiempo que no agrega valor añadido al producto final.

El balanceo de línea determino que solo se requieren 6 estaciones de trabajo operadas por 6 trabajadores, mientras que en el proceso actual se están implementando 7 estaciones de trabajo, controladas por 10 empleados encargados de las diferentes tareas. Con el balance de línea propuesto se consigue un reparto de actividades mayormente similares, por lo que los tiempos muertos para los trabajadores se vieron disminuidos, consiguiendo de esta manera una mayor eficiencia en el proceso, además de reducción de los costos por salarios. Se consigue eliminar el primer cuello de botella en la estación de tejido, con lo cual se inició a una producción más competente, pasando de producir 82 piezas en la primera estación a producir un total de 164 piezas, representando el doble de la actual producción, con lo

cual esto marca un nuevo ritmo de trabajo para toda la línea, incrementando la producción de la empresa.

Se consigue disminuir un total de 9,416.57 segundos invertidos en el proceso productivo, además de mejorar el ritmo de trabajo entre cada estación con lo que se alcanza una producción de 1092 suéteres semanales con el balance de línea propuesto, en comparación del balance de línea actual el cual solo tenía la capacidad de producción de 511 unidades por semana, tal situación afecta directamente la disminución del tiempo de entrega que la textilera demora en hacer llegar la demanda solicitada por sus clientes, con lo cual, se mejora el servicio de la empresa, disminuyendo las pérdidas económicas por las entregas fuera de tiempo.

Referencias

- Riveros, L. M. (2022). *Plan estratégico de responsabilidad social empresarial aplicado a la empresa Grupo NIO S.A.* Bogotá: ECACEN.
- Santamaría, G. L. (2022). *La optimización de tiempo de entrega y su incidencia en la satisfacción del cliente en la empresa SERVICUEROS S.A.* Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Vesgalizcano, D. S. (2022). *Metodología lean manufacturing en la industria textil.* Bogotá: Universidad Santo Tomás .