

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA
EMPRESA DE HILADOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

DIEGO ALEJANDRO CHUYE ZEÑA

ASESOR

SANTOS CONFESOR GABRIEL BLAS

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2022

TIB - CHUYE ZEÑA DIEGO

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
5	ipe.buet.ac.bd Fuente de Internet	1%
6	renatiqa.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
9	www.buscalibre.com.ar Fuente de Internet	

ÍNDICE

Resumen	3
Abstract	4
IV. INTRODUCCIÓN.....	5
V. MARCO TEÓRICO	6
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
VIII. CONCLUSIONES	18
IX. REFERENCIAS	20

Resumen

La industria textil es de las más importantes a nivel nacional, es por ello que las empresas pertenecientes a este sector están en constante competencia ya que el mercado es muy ajustado. Dicho esto la presente investigación tuvo como finalidad incremental la producción de una empresa de hilados para así cumplir con la demanda pronosticada y no generar demanda insatisfecha. Para ello se realizó el diagnóstico de la empresa utilizando el análisis de datos, y la revisión de información histórica, llegando a determinar que la empresa presenta actualmente una producción muy baja, con la cual no se llega a cumplir con la demanda pronosticada. Se realizaron dos propuestas de mejora, las cuales fueron analizadas y posteriormente evaluados económicamente, la propuesta seleccionada consiste en implementar una máquina preparadora en la etapa inicial del proceso, esta mejora fue simulada mediante el software ProModel dándonos como resultado una producción de 1 506 kg/día la cual excede en un 4.35% a la demanda del siguiente año, y esta nos permite llevar a 0 la demanda insatisfecha. Finalmente se concluye que el proyecto recupera la inversión (S/ 23 500) dentro del primer mes luego de haber ejecutado la mejora.

Palabras Clave: manufactura; textil; simulación; takt time; utilización.

Abstract

The textile industry is one of the most important at the national level, which is why the companies belonging to this sector are in constant competition since the market is very tight. That said, the purpose of this investigation was to increase the production of a yarn company in order to meet the forecast demand and not generate unsatisfied demand. For this, the diagnosis of the company was carried out using data analysis, and the review of historical information, determining that the company currently has a very low production, with which the forecast demand is not met. Two proposals for improvement were made, which were analyzed and subsequently evaluated economically, the selected proposal consists of implementing a preparation machine in the initial stage of the process, this improvement was simulated using the ProModel software, resulting in a production of 1,506 kg/day which exceeds the demand of the following year by 4.35%, and this allows us to bring the unsatisfied demand to 0. Finally, it is concluded that the project recovers the investment (S/ 23,500 PEN) within the first month after having executed the improvement.

Keywords: manufacture; textile; simulation; takt time; utilization.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas buscan mejorar continuamente, ya sea en sus procesos operativos o estratégicos, debido a que los clientes requieren productos de mayor calidad a menor precio. Es por ello que producir utilizando de manera óptima los recursos con los que cuenta la empresa, es muy beneficioso y ayuda a posicionarse en el mercado.

En Perú, según cifras brindadas por la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria, en el primer mes del 2022, la comercialización externa de textiles alcanzó la cifra de US\$ 132,9 millones, equivalentes a un 31,1% y 33,3% más en comparación con el 2021 y 2020 [1]. Así mismo la intervención del sector confecciones y textil en el Producto Bruto Interno manufacturero del 2019 representó un 6,4%; la producción de este sector va en aumento es por ello que las empresas textiles deben estar en constante mejora.

Dentro de este mercado, para la presente investigación se utiliza como base una empresa de hilados, la cual presenta como principal actividad la producción y comercialización de lana acrílica a toda la nación, esta cuenta con un gran mercado, teniendo varios pedidos que cumplir, sin embargo, muchas veces no se logran atender a tiempo por la baja producción, equivalente a 805,77 kg/día, esto a pesar que cuentan con una capacidad de producción de hasta 2 000 kg/día. Esto es generado principalmente por el proceso de reunido, que representa el cuello de botella equivalente a 1,68 minutos por kilogramo [2]. Se pronosticó la demanda para el siguiente año, con una proyección equivalente a 1 444 kg/día la empresa no llegaría a abastecerse generando demanda insatisfecha.

Bajo esta problemática se propuso la siguiente interrogante ¿Cómo mejorar el proceso productivo para incrementar la producción? para llegar a absolver esta interrogante se propuso como objetivo general, elaborar una propuesta de mejora en los procesos de la empresa de hilados para incrementar la producción, para su desarrollo como objetivos específicos se planteó diagnosticar el estado actual de los procesos de la empresa de hilados, posteriormente realizar el modelo de simulación de la empresa para denotar el problema y finalmente realizar un análisis económico de viabilidad de la propuesta planteada.

II. MARCO TEÓRICO

Rojas y Salas en [3], analizan una empresa con grandes tasas de inactividad las cuales rondan entre 35% y 46%, lo que trae consigo problemas en la producción, debido a la existencia de capacidad ociosa dado por la identificación de paradas no planificadas, averías en las máquinas, tiempos de reparación y paradas menores. Debido a esto se plantea la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), mediante capacitaciones, entrenamiento y realizando mantenimiento autónomo y planificado. Como resultado la tasa de capacidad inactiva disminuyó un 6.22% y el costo de mantenimiento 9.1%, así mismo la disponibilidad de maquinaria aumentó 6.82% y la tasa OEE incrementó un 4.75%. Asimismo, la tasa de averías disminuyó en un 7.23%, lo que llevó a una reducción del 36.53% en los costos de mantenimiento.

Bautista y Huamán en [4] analizaron una empresa con problemas en la productividad, ciclo de producción elevado, deficiencia operativa en relación a las actividades productivas e improductivas, tiempo muerto del operario durante el proceso productivo, mermas de materia prima y productos no conformes. Propusieron la creación de un manual de procesos (MDP) y la adquisición de una máquina pasteurizadora, puesto que representaba el cuello de botella del proceso y se planificaron capacitaciones para el personal. Como resultados se obtuvo la disminución de la velocidad de producción en 20min/kg, incrementó de 14,42% las actividades productivas, el tiempo estándar se redujo a 143 min/lote, el tiempo ocioso por lote tuvo una reducción de 90 min, los procesos de pasteurización se redujeron 179 min, se redujo 0,828 kg de merma por lote y los productos no conformes disminuyeron a 0 kg/lote.

Horna en [5] estudian una empresa que presenta pérdidas por sobreabastecimiento, tiempos improductivos y capacidad ociosa de 12,17% en gaseosas equivalente a S/ 274 856,00 y 0,10% en energizantes valorizadas en S/ 672,00, generando una pérdida total equivalente a S/ 296 223,20. Como metodología se utilizaron las herramientas Heijunka, JIT, Shojika debido a que estas permiten establecer una secuencia de producción, redistribuir el área para reducir los tiempos improductivos y las distancias, generar un cronograma de capacitación para los operarios que beneficie la polivalencia así como la implementación del método Kanban mejorando un mejor flujo de información y material. Finalmente, la capacidad ociosa en gaseosas se redujo un 5% y en el caso de los energizantes está disminuyó en su totalidad.

Ahmad N., Hossen J. y Mithun Ali S. en [6] explican que en el proceso de fabricación de hilos se utilizan múltiples equipos, por lo que las empresas deben estar al pendiente y mejorar la utilización de los mismos continuamente. Para lo cual deben identificar las paradas de dicha maquinaria y proponer acciones de mejora. Al hacer uso del diagrama de Pareto, se obtuvo como resultado que las pérdidas por inactividad, por paradas menores y averías son responsables del 89,3% del total de pérdidas por paradas. Para lo cual se propone la implementación del TPM y del control estadístico del proceso para evaluar la calidad del mismo a cada instante.

Enriquez en [7], analiza el proceso productivo de una empresa de calzado que busca entregar los pedidos a tiempo, identifica mediante un diagrama de Ishikawa que el problema de la empresa se debía a un desbalance de la línea de producción. Se tubo como metodología aplicar el Takt Time y así poder determinar la cantidad de unidades necesarias para obtener una línea de producción balanceada y así cumplir con la demanda requerida. Posteriormente se agregaron tres unidades al sistema de producción lo cual logró un aumento del 49,15% en la productividad, finalmente se comprobó que los costos de agregar estas unidades al proceso eran recuperados en un promedio de tres meses.

Se entiende como capacidad ociosa, a la diferencia que se obtiene entre la capacidad de diseño y la capacidad efectiva, esta hace referencia a el tiempo del proceso en el que no se genera un valor agregado o la cantidad de producto que no se aprovecha [8].

Según la definición de Socconini [9], el Talk Time hace referencia al tiempo que se requiere para terminar una actividad del proceso de producción en función a la demanda brindada por el cliente. Al trabajar con este se tiende a incrementar la eficiencia y mejorar la producción lo cual permite aumentar la producción.

Una herramienta importante para el desarrollo de la investigación fue el Software ProModel, este simulador permite crear cualquier tipo de sistemas, tiene la capacidad de simular Just In Time (JIT), Teoría de Restricciones y demás sistemas que busquen ser modelados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de realizar el diagnóstico actual de la empresa de hilados, se recopiló información logrando identificar que su producción diaria no cumple con lo requerido, generando demanda insatisfecha. Se promedió la demanda para los siguientes años, llegando a denotar que si el problema persiste se generarán grandes pérdidas de utilidad debido a la baja producción. Además se obtuvieron datos como el tiempo base, la producción diaria de la empresa y se identificó que el cuello de botella se encuentra en el proceso de reunido. En base a los datos obtenidos se estableció como indicador a la producción. A su vez, se procedió a realizar una simulación del proceso, utilizando el software ProModel, para visualizar detalladamente la situación actual y su comportamiento.

Se realizó el planteamiento de las propuestas de mejora, según el balance de línea y la utilización, considerando la demanda diaria proyectada a cumplir y la inversión que estas traerían consigo. La primera propuesta se realizó utilizando el takt time y el índice de producción, los cuales nos ayudarían a equilibrar el proceso. Para la segunda propuesta se identificaron y ponderaron, mediante una matriz de factores, las especificaciones más relevantes de la máquina requerida para un desarrollo óptimo del proceso, así mismo se evaluó proveedores de esta, buscando escoger la propuesta más adecuada y que cumpla con las necesidades del proceso.

Seguido a ella, se analizaron económicamente las propuestas, considerando sus costos de implementación y se escogió la más conveniente tanto a nivel económico, como en producción diaria. Finalmente se analizó la viabilidad económica de la propuesta escogida, proyectando los ingresos que se tendrían con la implementación de la propuesta, y comparándolos con los ingresos generados en el año pasado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico de la empresa de hilados

En la primera parte del diagnóstico se consideró que la empresa cuenta con 2 turnos de 12 horas, los cuales tienen 45 minutos de descanso en cada uno; quedando como tiempo disponible 22 horas con 30 minutos diarias. Así mismo se identificó el cuello de botella en la etapa de reunido, el cual es de 1,68 minutos por kilogramos, y el tiempo base de 1 350 minutos por día.

A continuación se muestra el cálculo para determinar el tiempo base, tiempo previsto planeado que sirve para la ejecución del proceso.

$$\text{Tiempo base} = \frac{22,5 \text{ horas/día}}{1 \text{ hora}/60 \text{ min}}$$

$$\text{Tiempo base} = 1350 \text{ min/día}$$

Seguido a ellos se definió como producción un promedio de 803,57 kg/día, seguidamente se presenta el desarrollo del cálculo de producción.

$$\text{Producción} = \frac{1350 \text{ min/día}}{1,68 \text{ min/kg}}$$

$$\text{Producción} = 803,57 \text{ kg/día}$$

Finalmente se analizó la demanda histórica que presenta la fábrica de hilados buscando pronosticar esta misma para los siguientes periodos, considerando que cada kg vendido genera un ingreso de S/ 22,5 se tubo perdidas de S/ 1 662 097,50 por demanda insatisfecha.

Tabla 1. Demanda mensual histórica

DATOS HISTÓRICOS			
MES	PRODUCCIÓN REAL (kg)	DEMANDA (KG)	D. INSATISFECHA
Julio	19 842	20 901	1 059
Agosto	19 000	21 456	2 456
Setiembre	18 731	22 971	4 240
Octubre	18 972	23 194	4 222
Noviembre	19 825	23 500	3 675
Diciembre	19 900	23 845	3 945

Enero	19 848	25 179	5 331
Febrero	19 279	25 893	6 614
Marzo	19 982	26 158	6 176
Abril	19 218	26 315	7 097
Mayo	19 542	28 972	9 430
Junio	20 305	29 231	8 926
Julio	20 598	31 298	10 700

Fuente: Empresa de hilados

Mediante el software Minitab se analizaron los datos históricos, habiendo proyectado según el método de suavización exponencial doble la demanda para los próximos 12 meses, como se muestra a continuación.

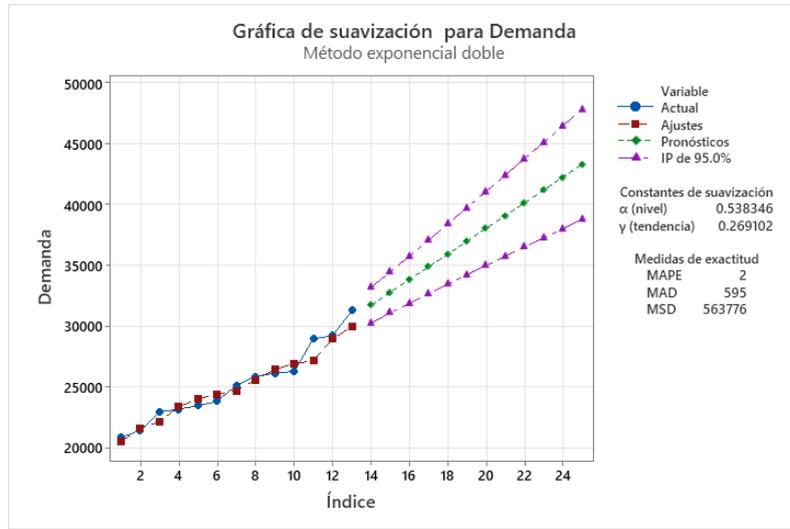


Figura 1. Grafica de suavización para la demanda proyectada
Elaboración Propia

El error porcentual absoluto del método aplicado es de 2%, el pronóstico que se tiene de la demanda equivale a 37 536 kg/mes. Se debe considerar que se trabaja 26 días al mes, y se obtendría una demanda de 1 444 kg/día.

Simulación del modelo actual

Habiendo realizado el diagnostico, se procedió a simular el modelo que presenta actualmente la empresa, para ello se inició definiendo el mapa de procesos que se puede apreciar en la Figura 2.

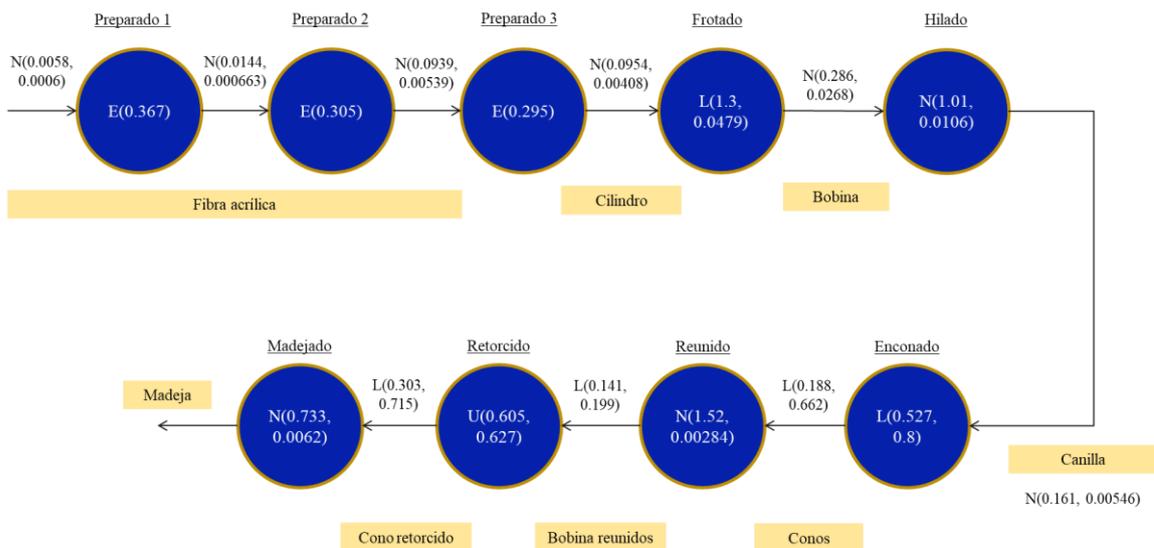


Figura 2. Mapa de procesos de la situación actual
Elaboración Propia

Para realizar la simulación del proceso se utilizó el Software ProModel, en el cual se consideraron las 9 etapas de este, como las locaciones (Figura 3) y se tomaron en cuenta 8 entidades (Figura 4).

Icono	Nombre	Cap.
	Preparación_1	4
	Preparación_2	2
	Preparación_3	1
	Frotado	24
	Hilado_1	392
	Enconado	48
	Reunido	11
	Retorcido	168
	Madejado	35

Figura 3. Locaciones actuales del proceso

Elaboración Propia

Icono	Nombre
	Fibra_acríllica
	Cilindro
	Bobina
	Canilla
	Conos
	Bobina_reunido
	Cono_retorcido
	Madeja

Figura 4. Entidades del proceso

Elaboración Propia

En la Figura 5 se puede apreciar el layaout del proceso y al software simulando el escenario.



Figura 5. Situación actual en ProModel

Elaboración Propia

Mediante el visor de salida, Output Viewer, que nos brinda el software, logramos obtener una tabla resumen de las locaciones, donde se destaca que según la simulación se tiene una producción actual de 821 kg/día, tal como se muestra en la Figura 6.

Locación Resumen							
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Preparación 1	22.50	4.00	6,604.00	3.95	4.00	4.00	98.64
Preparación 2	22.50	2.00	1,650.00	0.90	2.00	0.00	45.14
Preparación 3	22.50	1.00	825.00	0.18	1.00	0.00	17.88
Frotado	22.50	24.00	825.00	0.79	3.00	1.00	3.30
Hilado 1	22.50	392.00	824.00	0.62	3.00	1.00	0.16
Enconado	22.50	48.00	823.00	0.33	3.00	0.00	0.69
Reunido	22.50	11.00	823.00	0.93	4.00	2.00	8.42
Retorcido	22.50	168.00	821.00	0.37	3.00	0.00	0.22
Madejado	22.50	35.00	821.00	0.45	3.00	1.00	1.27

Figura 6. Tabla resumen de locaciones

Elaboración Propia

Propuestas de mejora

Propuesta 1: Balance de línea

Buscando cumplir con el objetivo de incrementar la producción para así cumplir con la demanda de 1 444 kg/día, se realizó el cálculo del Takt Time, tal como se presenta a continuación:

$$Takt\ Time = \frac{1350\ min/día}{1\ 444\ kg/día}$$

$$Takt\ Time = \frac{1350\ min/día}{1\ 444\ kg/día}$$

$$Takt\ Time = 0.93\ min/kg$$

Este cálculo fue realizado en función a la demanda diaria proyectada para los siguientes meses dándonos un valor de 0.93 min/kg, valor que está por encima de las etapas de frotado, hilado y reunido. Así mismo se halló el índice de producción y el número óptimo de unidades, como se muestra aquí:

$$Indice\ de\ producción = \frac{1444\ kg/día}{1350\ min/día} = 1.07\ kg/mín$$

Tabla 2. Número óptimo de unidades

PROCESO	TIEMPO (MIN)	N° UNIDADES	
		TEÓRICO	ÓPTIMOS
Preparación 1	0,81	0,866210769	1
Preparación 2	0,74	0,791353048	1
Preparación3	0,29	0,310124843	1
Frotado	1,3	1,390214815	2
Hilado	1,1	1,176335613	2
Enconado	0,54	0,577473846	1
Reunido	1,52	1,625481937	2
Retorcido	0,62	0,663025527	1
Madejado	0,73	0,780659088	1

En la Tabla 2 se determinó que agregando una máquina en las etapas de frotado, hilado y reunido se cumple la demanda pronostica de 1 444 kg/día, este enunciado se ve reforzado y concuerda con la investigación de Enriquez [7], donde nos indica que realizando un balance de línea y la implementación del número óptimo de unidades en el proceso se cumplió con la demanda requerida además de aumentar en 49,15% la productividad.

Para poder realizar la implementación de una máquina más en cada una de las etapas mencionadas anteriormente se calculó una inversión de 14 626,24 USD, tal como se visualiza a continuación.

Tabla 3. Inversión en máquinas con takt time

PROCESO	MÁQUINA	MARCA	VIDA ÚTIL	PRECIO (\$)
MÁQUINARIA				\$14 627
Frotado	Frotadora	Cognetex	30	\$3 849
Hilado	Hiladora	Cognetex	35	\$5 645
Reunido	Reunidora	Metler	25	\$5 132
INSTALACIÓN				\$1 540
CAPACITACIÓN				\$308
TOTAL				\$16 474

Elaboración Propia

En concordancia con la Tabla 3, si se decide invertir en la compra de las máquinas y con un tipo de cambio de 3,897 soles por cada dólar según la SBS [10], se necesitarían S/ 64 200 para llegar a producir 1 444 kg/día y así cumplir con la demanda requerida.

Propuesta 2: Utilización

Esta propuesta de mejora se basa en el porcentaje de utilización de las etapas del proceso productivo, el cual representa el tiempo que las máquinas pasan siendo utilizadas. En la figura 6 podemos apreciar que la etapa de reunido, la cual tiene un mayor tiempo de operación según la evaluación de tiempos de la empresa, no es la parte del proceso con mayor utilización.

Adicionalmente en esta, se puede apreciar que la máquina 1 de preparación, presenta un mayor porcentaje de utilización, 98,64%, debido a esto y con la finalidad de aumentar la producción para cumplir con la demanda diaria proyectada, se propone la compra e implantación de una maquina adicional para la primera etapa del proceso.

Para poder realizar la adquisición de esta es de vital importancia e imprescindible conocer algunas de sus características, tal y como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Características para selección de una máquina

CARACTERÍSTICAS	DETALLE
Capacidad diseñada	La capacidad diseñada nos sirve para lograr abastecer toda la demanda que necesita atender la fábrica.
Costo	El costo es un factor importante al adquirir una nueva máquina, debe ser mínimo y recuperarse lo antes posible.
Requerimiento de personal	El requerimiento de personal es fundamental, puesto que puede generar más o menos costo, por la cantidad de colaboradores.
Tiempo de vida	El tiempo de vida es relevante para no gastar en cambios futuros o reparaciones de maquinaria.

Elaboración propia

En la siguiente tabla, se han comparado los 4 factores característicos de las máquinas, valorizándolos con la finalidad de encontrar un porcentaje para cada uno de ellos.

Tabla 5. Matriz de factores ponderados

CRITERIOS	CAPACIDAD DISEÑADA	REQUERIMIENTO DE PERSONAL	COSTO	TIEMPO DE VIDA	PTJ	%
Capacidad diseñada		1	1	1	3	42,86%
Costo	0		1	1	2	28,57%
Requerimiento de personal	0	0		1	1	14,29%
Tiempo de vida	0	1	0		1	14,29%
					TOTAL	
					7	100,00%

Elaboración propia

Se elaboró una matriz de ponderación con buscando definir y priorizar los criterios de mayor importancia, para la elección de esta máquina. Al elaborar dicha, se obtuvo que en primer lugar está la capacidad diseñada con 42,86%, seguido del costo con 28,57 %, finalmente el requerimiento de personal y el tiempo de vida con 14,29% cada una. Por consiguiente, se evalúa a los posibles proveedores de la maquina requerida, se realizó una evaluación cuantitativa con valores del 1 al 5, siendo 1 deficiente y 4 excelente.

Tabla 6. Calificación de características según proveedor

FACTORES	PONDERACIÓN	SAURER	SANT' ANDREA NOVARA	COGNETEX
Capacidad diseñada	42,86%	1	4	2
Requerimiento de personal	28,57%	2	4	2
Costo	14,29%	3	2	3
Tiempo de vida	14,29%	3	3	2
TOTAL		1,86	3,57	2,14

Elaboración propia

En la tabla anterior se puede apreciar que el proveedor que tiene una mayor puntuación es Sant' Andrea Novara con la máquina de preparación CSN [11], esta máquina permitirá el aumento de la producción para así cumplir con la demanda.

Así mismo para la implementación de la Preparadora 1, se consideró una inversión de \$ 6 030 USD, monto equivalente a S/ 23 500, el cual es detallado en la Tabla 7.

Tabla 7. Inversión en máquinas con utilización

PROCESO	MÁQUINA	MARCA	VIDA ÚTIL	PRECIO (\$)
MÁQUINARIA				
Peinado	Preparadora 1	Sta. Andrea	30	\$5 132
INSTALACIÓN				\$770
CAPACITACIÓN				\$128
TOTAL				\$6 030

Elaboración propia

Para calcular la producción que traería consigo adicionar esta máquina preparadora 1 al proceso, se procedió a realizar la simulación mediante el software ProModel, en la Figura 7 se aprecia la inserción de la nueva máquina con el nombre de preparadora 1.2, habiendo realizado la simulación, el visor de salida nos muestra que se alcanza una producción de 1 506 kg/día tal como se aprecia en la Figura 8; este resultados nos es beneficioso puesto que supera por 4.3% la producción estimada para satisfacer la demanda según la proyección.



Figura 7. Layout mejorado en ProModel
Elaboración Propia

						Locación
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual
Preparación 1.1	22.50	4.00	6,104.00	3.95	4.00	4.00
Preparación 1.2	22.50	4.00	6,028.00	3.93	4.00	4.00
Preparación 2	22.50	2.00	3,031.00	1.31	2.00	1.00
Preparación 3	22.50	1.00	1,515.00	0.33	1.00	1.00
Frotado	22.50	24.00	1,514.00	1.46	4.00	2.00
Hilado 1	22.50	392.00	1,512.00	1.13	4.00	0.00
Enconado	22.50	48.00	1,512.00	0.58	4.00	1.00
Reunido	22.50	11.00	1,511.00	1.70	5.00	1.00
Retorcido	22.50	168.00	1,509.00	0.68	4.00	3.00
Madejado	22.50	35.00	1,506.00	0.82	5.00	1.00

Figura 8. Situación actual en ProModel
Elaboración Propia

Los resultados de esta propuesta, van en concordancia con lo obtenido por Bautista y Huamán en [4], donde mediante la propuesta de compra de una nueva máquina pasteurizadora se incrementa la productividad del proceso, además de aumentar la eficiencia en 14,42%.

Comparación de propuestas

Ambas propuestas se comparan económicamente en función al costo de inversión para la adquisición de la maquinaria y a su producción resultante, en la Tabla 8 se visualiza que la propuesta 2 requiere una menor inversión y nos brinda una mayor producción, la cual supera en 62 kg/día a la propuesta 1.

Tabla 8. Comparación costo/producción de las propuestas

	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	VARIACIÓN	DESCRIPCIÓN
	BALANCE DE LINEA	% DE UTILIZACIÓN		
Inversión	S/ 64 200,00	S/ 23 500,00	S/ 40 700,00	La propuesta 2 cuesta S/ 40 700 menos que la propuesta 1
Producción esperada	1 444	1506	62	La propuesta 2 produce 62 kg/día más que la propuesta 1
Costo de 1 kg	S/ 44,46	S/ 15,60	S/ 28,86	La propuesta 2 tiene un costo de 28,86 soles/kg menos que la propuesta 1.

Elaboración propia

Viabilidad económica

En base a los factores descritos anteriormente se opta por implementar la propuesta 2, se comprueba la rentabilidad del proyecto con la siguiente tabla.

Tabla 9. Comparación costo/producción de las propuestas

MES	D. PROYECTADA	PRODUCCIÓN	DEMANDA INSATISFECHA	INGRESOS	VENTAS HISTÓRICAS
Agosto	31738,8	39156	0	S/ 714 123,00	S/ 446 445,00
Setiembre	32792,8	39156	0	S/ 737 838,00	S/ 427 500,00
Octubre	33846,8	39156	0	S/ 761 553,00	S/ 421 447,50
Noviembre	34900,8	39156	0	S/ 785 268,00	S/ 426 870,00
Diciembre	35954,8	39156	0	S/ 808 983,00	S/ 446 062,50
Enero	37008,8	39156	0	S/ 832 698,00	S/ 447 750,00
Febrero	38062,8	39156	0	S/ 856 413,00	S/ 446 580,00
Marzo	39116,8	39156	0	S/ 880 128,00	S/ 433 777,50
Abril	40170,8	39156	0	S/ 903 843,00	S/ 449 595,00
Mayo	41224,8	39156	0	S/ 927 558,00	S/ 432 405,00
Junio	42278,8	39156	0	S/ 951 273,00	S/ 439 695,00
Julio	43332,8	39156	0	S/ 974 988,00	S/ 456 862,50
TOTAL				S/ 10 134 666,00	S/ 5 274 990,00

Elaboración Propia

Se infiere que la inversión realizada se recupera en el primer mes después de la implementación de la mejora, los ingresos incrementan en un 92% a comparación del año anterior y se cubre la demanda insatisfecha en su totalidad.

V. CONCLUSIONES

Se elaboraron dos propuestas de mejora para incrementar la producción de la empresa de hilados, estas fueron evaluadas según sus resultados y el costo de su implementación, dándonos a la segunda propuesta como la más beneficiosa para la empresa, permitiéndonos cumplir con la demanda proyectada a un menor costo.

Se diagnosticó el estado actual de la fabrica de hilados, logrando identificar su producción actual, y gracias a su data historia se pudo proyectar la demanda, este pronostico nos permitió conocer que la empresa de seguir con la misma tendencia de producción no llegaría a cumplir con la demanda del siguiente año.

Se definió la propuesta más conveniente y se realizó su simulación mediante el software ProModel, este nos permitió saber que de aplicar, la implementación planteada la producción promedio pasaría de 821 kg/día a 1 5006 kg/día superando los 1 444 kg/día promedio proyectados. Esto dejaría la demanda insatisfecha del año proyectado en 0, cubriendo inclusive la mitad del año hasta en los niveles máximos proyectos.

El costo de la implementación de la propuesta escogida es equivalente a S/ 23 500, dinero que se recupera en el primer mes después de la instalación de la máquina, para determinar esto se realizó la proyección de los ingresos en el primer mes, los cuales equivalen a S/ 714 123,00 cifra supera en un 56% los ingresos del último mes proyectado. De implementar la preparadora 1 se podrá persibir ingresos de S/ 10 134 666,00 en todo el año.

Recomendaciones

ProModel es un software de alta importancia que nos ayuda a tener una visión más clara de los procesos productivos mediante una simulación, y también nos permite proponer alternativas de mejora con el fin reducir los tiempos de espera y mejorar la eficacia de la línea.

Gracias al estudio que se evaluó anteriormente basado en el proceso productivo de la compañía, es necesario usar la herramienta ProModel, esto optimizará operaciones y mejorará la calidad del producto, asimismo, podemos simular antes de realizar un cambio significativo que pueda traer ventaja o desventaja, evitando de esta manera inversiones que no den resultado.

Se recomienda a la empresa capacitar a los operarios, ya que de esta manera se podrá lograr incrementar la capacidad de producción de la empresa y la eficacia, así mismo también, realizar un mantenimiento autónomo por parte de los operarios, basado en limpieza, inspección, ajuste y lubricación, de esta manera se reducen costos por actividades que no agregan valor a la línea de producción, asimismo, evitar paradas en los procesos.

VI. REFERENCIAS

- [1] SUNAT, "ComexPerú," Studio Tigres Perú Germany, Marzo 2022. [Online]. Available: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-textiles-crecieron-un-311-en-enero-2022-pero-la-competitividad-del-sector-sigue-en-riesgo>. [Accessed 05 Junio 2022].
- [2] P. M. Castillo Prada, "Repositorio de tesis USAT Mejora de procesos para cubrir con la demanda insatisfecha de la empresa Hilados Richard's S.A.C.," Repositorio de Tesis USAT, Chiclayo, 2019.
- [3] K. A. Rojas Cadillo and A. A. Salas Gomez, "Modelo de mantenimiento productivo total para mejorar el sistema de gestión del mantenimiento y reducir la capacidad ociosa en una empresa metalmecánica," Repositorio Académico UPC, Lima, 2021.
- [4] J. F. Bautista Vásquez and R. M. Huamán Tanta, "Propuesta de mejora de los procesos en la línea de quesos y su relación con la productividad en la empresa Industria Alimentaria Huacariz S.A.C. - Cajamarca," Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2018.
- [5] G. M. Horna Inga, "Mejora en la línea de producción de bebidas gasificadas de una embotelladora para disminuir las pérdidas económicas por desperdicios," Repositorio de Tesis USAT, Chiclayo, 2019.
- [6] S. Mithum Ali, N. Ahmad and J. Hossen, "An application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram (CED) to examine stoppage losses: a textile case from Bangladesh," *The Journal of The Textile Institute*, vol. 108, no. 11, pp. 2013-2020, 2017.
- [7] G. Enriquez Melendez, "Repositorio USAT," 2021. [Online]. Available: <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/4476>. [Accessed 8 Julio 2022].
- [8] F. Andrés Asensi, *Lean Manufacturing: Indicadores clave de desempeño para gestionar de manera eficiente la mejora continua*, Estados Unidos: Createspace Independent Publishing Platform, 2017.
- [9] L. Socconini, *Lean Manufacturing Paso a Paso*, Barcelona: Marge Books, 2019.
- [10] Superintendencia de Banca, Seguros y AFP, "SBS," 08 Julio 2022. [Online]. Available: https://www.sbs.gob.pe/app/pp/sistip_portal/paginas/publicacion/tipocambiopromedio.aspx. [Accessed 09 Julio 2022].
- [11] SANT'ANDREA TEXTILE MACHINES s.r.l., "Sant'Andrea Novara," HOM3, [Online]. Available: <https://santandreatm.it/macchine/>. [Accessed 9 Julio 2022].

- [12] Intercostos, "Capacidad Ociosa. Problemática de su determinación y gestión en mercados recesivos," Noviembre 2003. [Online]. Available: <https://intercostos.org/documentos/congreso-08/248.pdf>. [Accessed 5 Junio 2022].
- [13] J. Heizer and B. Rendy, Principios de administración de operaciones, México: Pearson, 2009.