

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Mejora del proceso de puertas contra placadas para incrementar la
productividad**

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

AUTOR

Mariela Donatila Villanueva Malca

ASESOR

Marcos Gregorio Baca Lopez

<https://orcid.org/0000-0003-4741-0122>

Chiclayo, 2023

Mejora del proceso de puertas contra placadas para incrementar la productividad

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	17%	1%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	2%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
5	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.golennox.com Fuente de Internet	<1%
7	latam-es.blog.genesys.com Fuente de Internet	<1%
8	riaa.uaem.mx:8080 Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Referencias	29

Resumen

En el presente trabajo de investigación se busca aumentar la productividad en el proceso de puertas contra placadas, basados en la información recuperada de la empresa en cuestión.

En primer lugar, se realizó el diagnóstico de la empresa en donde se identificó que la productividad de mano de obra y horas hombre era relativamente bajo al compararse con otras empresas con las mismas características y condiciones, siendo estas de 1.6 puertas por mes por cada operario y 0.05 puertas por horas hombre debido a que identificó tiempos de espera prolongados en el proceso de secado ya que se realizaba de manera natural por lo que sumaba un tiempo de espera de 1 hora con 28 minutos. Con la finalidad de dar solución al problema planteado se utilizó el método de benchmarking para identificar aquellos posibles casos éxitos y las soluciones implementadas a sus problemas y tomar una decisión más informada conociendo las características, ventajas y desventajas de las maquinarias evaluadas. Así mismo, se realizó un plan de capacitación relacionado con el tiempo de armados de estructuras en donde para lograr reducir el 25.75% del tiempo empleado en el proceso. Para comprobar la propuesta se utilizó el software PROMODEL para simular la situación de mejora y verificar el incremento de la productividad de los procesos, obteniéndose un aumento de productividad en mano de obra del 20% en horas hombre del 10.71%.

Palabras claves: productividad, puertas contra placadas, benchmarking

Abstract

The present research work seeks to increase productivity in the process of doors against plates, based on the information retrieved from the company in question.

In the first place, the diagnosis of the company was carried out, where it was identified that the productivity of labor and man hours was relatively low when compared with other companies with the same characteristics and conditions, these being 1.6 doors per month for each operator. and 0.05 doors per man-hours because long waiting times were identified in the drying process since it was done naturally, which added a waiting time of 1 hour and 28 minutes. In order to solve the problem posed, the benchmarking method was obtained to identify possible successful cases and the solutions implemented to their problems and make a more informed decision knowing the characteristics, advantages and disadvantages of the evaluated machinery. Likewise, a training plan was carried out related to the time of assembly of structures where to reduce 25.75% of the time spent in the process. To verify the proposal, the PROMODEL software was obtained to simulate the improvement situation and verify the increase in the productivity of the processes, obtaining an increase in labor productivity of 20% in man of 10.71%.

Keywords: productivity, doors against boards, benchmarking

Introducción

El sector manufacturero a nivel mundial es considerado uno de los sectores más importantes, debido que más del 15% de mano de obra es utilizada por este. [1] Así mismo el campo de la producción de muebles de madera está en competencia en todo el mundo. En el año 2020 de veinte países seleccionados, EE. UU obtuvo ingresos mayores en el mercado del mueble, con más de 233.000 millones de dólares estadounidenses [2]. Lo que conlleva a las empresas a su continuo crecimiento, y a su constante actualización de los métodos de trabajo en los procesos productivos yendo de la mano con el avance tecnológico. De este modo las empresas pretenden satisfacer necesidades con la elaboración de productos de buena calidad.

En el Perú, la industria de muebles disminuyó en 12.3% [3]. Sin embargo, esta tiene un potencial de desarrollo positivo en el país debido a que se tiene grandes bosques, por lo tanto, es de importancia resaltar que existen oportunidades de crecimiento para las pequeñas y medianas empresas que junto con la aplicación de métodos de ingeniería en sus procesos productivos aumenten productividad y rentabilidad en sus negocios.

En la Mueblerías “ALEXIS” S.R.L. en el año 2018 produjo 115 puertas contra placadas, de esto se pudo observar y evidenciar problemas de baja productividad en mano de obra con 1.6 puertas/ mes por operario, y en horas hombre con 0.05 puertas / HH debido a que se generan prolongados tiempos de espera en el secado de la pintura de 77 min, es decir, 1 hora con 18 min, ya que el proceso se realiza de manera natural, y esto a su vez se debe a la ausencia de maquinarias y el personal poco capacitado que existe en las áreas de trabajo.

Debido a esto, el presente trabajo de investigación pretende dar respuesta a la pregunta ¿Cómo podrá la mejora del proceso de las puertas contra placadas ayudar en el incremento de la productividad de la empresa ALEXIS S. R. L? Para dar respuesta a lo planteado anteriormente se establecen el objetivo de diagnosticar el sistema actual de la empresa y el sistema productivo de las puertas contra placadas, proponer la mejora del proceso analizar el costo / beneficio de la mejora.

Antecedentes

Villanueva [4] En su estudio de investigación, descubrió que existe un problema, a saber, el retraso en la fabricación de muebles. A continuación, propuso utilizar el método SLP y 5's en el proceso de fabricación de muebles en la empresa para optimizar los procesos de fabricación de una PYME dedicada a la fabricación de muebles con el fin de reducir las distancias y los tiempos. Se consiguió aumentar la productividad y disminuir los costes de desperdicio de material, a la vez que se redujeron en un 73% los tiempos de espera en el área de fabricación. En conclusión, la técnica empleada para optimizar el desarrollo de las actividades del proceso acorta los tiempos de ciclo y aumenta la producción por ciclo.

Morocho [5] En su investigación plante la existencia de problema en la baja rentabilidad, ya que su ganancia es de S/0.34 debido a que se da en un tiempo de 590.41 min, produciendo 1790 unidades con una eficiencia del 74%, por ello se planteó el objetivo de elaborar una propuesta de mejora dirigida al aumento de la rentabilidad del proceso de la empresa. Utilizó como metodología la ingeniería de métodos para estandarizar los métodos de trabajo. Se obtuvo como resultados disminución de un 55.64% del tiempo de proceso y tiempo de ciclo en un 55.25%, aumento de 123.46% de producción y mano de obra y la eliminación del área de material y el libre tránsito durante el proceso y un aumento de la rentabilidad a S/0.54, se llegó a la conclusión que la metodología propuesta permitió la reducción de áreas improductivas y el cruce en el flujo.

Chapoñan [6] De acuerdo con su tesis, la baja productividad en la línea de muebles de melamina es el problema de la empresa; como resultado, el objetivo es crear un plan de mejora para los procesos de fabricación utilizando el método Gurchet en la estación de corte y canteado. Obtener una mejora del 37% en la productividad de los escritorios y un aumento del 23% en la productividad de los armarios se traduce en unos beneficios de S/71.944,7 a partir de un gasto de S/26671,68.

Noriega [7]. Identificó un problema de productividad en la empresa de 31.85%, su objetivo fue objetivo aplicar un estudio de trabajo, usando el método de Kanawaty, para aumentar la productividad en una empresa maderera. Su metodología fue realizar un análisis del proceso actual, la producción mensual y el registro de toma de tiempos para así aplicar un estudio de trabajo en el proceso de producción; dando como resultados actividades innecesarias que posteriormente fueron reducidas provocando una reducción de actividades y de tiempo estándar de fabricación a 10,20 minutos y a su vez incrementando la productividad a 0.5102. Así pues,

se llega a la conclusión que método de Kanawaty la optimización del proceso con la reducción del tiempo de ciclo y aumento del número de unidades producidas.

Kedad, *et al.* [8] Observaron un problema tiempos altos el proceso de producción y la distancia recorrida, por esto su objetivo fue aumentar la productividad en una planta manufacturera de muebles utilizando la metodología Kaizen. Se obtuvo como resultados la reducción de 6-7 minutos del proceso de producción, una reducción del 33.62% de distancia entre operaciones y un aumento de la productividad de más del 15%. Por lo tanto, con la [9] aplicación de la metodología Kaizen se logra eliminar operaciones innecesarias, reducir tiempos y distancia, y aumentar la productividad

Hlaing y Lwin [10] En su artículo presenta el problema encontrado es la deficiente calidad de producto final provocando una baja competitividad en el mercado. Se plantearon como objetivos mejorar dicho indicador de la fabricación de tableros contrachapados. Para darle solución a lo planteado utilizaron la metodología de la toma de datos mediante el uso de la hoja de verificación de acuerdo a los productos defectuosos, luego lo analizaron mediante un diagrama de Pareto con la finalidad de conocer las causas principales y un diagrama de causa y efecto para analizar la causa raíz del principal defecto, dando como resultados que los principales problemas en cuanto a los límites de temperatura bajos, falta de conocimientos, falta de mantenimiento y falta de implementos. Por lo tanto, estas herramientas les permitieron identificar los principales problemas y su causa raíz en los procesos de para en base de estos brindar propuestas de solución para la mejora.

Borysiuk *et al* [11] En su artículo de investigación identificaron que la empresa en donde centran su investigación tiene un buen proceso productivo de tableros, sin embargo, este no es óptimo, por ello se plantean como objetivo optimizar el proceso de producción de tableros de madera con la minimización de desechos y costos. Plantean como propuesta de solución la implementación de nuevas máquinas y herramientas para que el proceso, se tuvo como resultados mejor calidad del producto, mayor flexibilidad, una mejor eficiencia de materiales, por otro lado, cabe resaltar que se vieron desventajas tales como el aumento de costos y complejidad del proceso. De este modo se puede afirmar, que la automatización puede ser una buena propuesta para optimizar procesos, sin embargo, esta no siempre será la mejor debido a que en todos los casos no es rentable.

Ugryumov, *et al.* [12] Mencionan que el problema que existente es la baja eficiencia de materiales en el proceso productivo de los tableros de madera, debido a esto se propone como solución utilizar las mermas generadas en el proceso de recorte de contrachapado de formato con la propuesta de la elaboración de un material compuesto con capas exteriores de chapa

pelada de formato completo y una capa interior a base de listones de recorte de formato de madera contrachapada instalado en el borde con un espacio diferente. Sus resultados fueron positivos, debido a que se logró fabricar un material liviano que sostiene suficiente fuerza. Por ello se concluye que la utilización lo propuesto reducirá las mermas, y aumentar eficiencia.

Guamán *et al.* [13] Dado que la empresa carece de una herramienta informática que le ayude en la toma de decisiones sobre cuestiones como la frecuencia de suministro, su objetivo era reducir la cantidad de materia prima (existencias) para la producción de muebles. Utilizando un sistema MRP para controlar la cantidad y el momento adecuado de reposición, los resultados mostraron que era necesario suministrar 53,4 m², 35,60 m² y 44,5 m² de madera para el primer, segundo y tercer pedido, respectivamente. Además, hay que comprar 960, 640 y 800 tornillos en las semanas uno, dos y tres. Así pues, puede decirse que el uso de herramientas informáticas, como MRP, facilita la gestión y la recopilación de datos.

Traducción realizada con la versión gratuita del traductor www.DeepL.com/Translator

Olivera [14] Identifica que el problema de la empresa es la 1.40 en el proceso producción, por lo que se planteó como objetivo aumentar su productividad utilizando ingeniería de métodos con herramientas como el diagrama de Ishikawa para el análisis del área productiva, Pareto, el balance de línea en toda la producción y la adquisición e incorporación de una turbina para el área de secado; encontró como resultados un aumento en la productividad del 15%. Se concluye que la utilización de herramientas de la ingeniería de métodos es ideal para el cumplimiento del objetivo.

Materiales y Métodos

Diagnosticar la situación actual de la empresa y su sistema productivo de las puertas contra placadas

Para el diagnóstico actual se identificaron los volúmenes de producción del año 2018 de cada uno de los productos fabricados por la empresa, seguido se realizó un diagrama de Pareto [15] con la finalidad de identificar el producto que se produce a mayores cantidades y fueron segmentadas mediante la metodología de ABC, [15] además se calculó su productividad para medir la cantidad de puertas que fueron producidos y se identificaron los tiempos en el proceso con la elaboración un diagrama de análisis y finalmente se realizó un Ishikawa [15] para identificar las causas raíz del problema, además, se utilizó el software PROMODEL, [16] para simular la situación actual del proceso.

Proponer la mejora del proceso de las puertas contra placadas

Se realizó una búsqueda literaria de aquellas posibles maquinarias y casos éxitos que lograron mejorar la productividad con la finalidad de poder elegir la solución idónea a través de la aplicación de la metodología de benchmarking funcional [17] , así mismo se establecieron criterios internos de la empresa que fueron evaluados en una matriz de priorización [18] de la empresa para corroborar que la metodología antes propuesta sea la más indicada, finalmente se propuso un plan de capacitación para mejorar el proceso armado de estructura de mantenimiento de la maquinaria.

Analizar el beneficio/ costo de la mejora.

Finalmente se realiza el análisis de beneficio/costo de la propuesta.

Resultados y discusión

La propuesta se desarrolla en una empresa de la industria de madera y muebles ubicada en la ciudad de Arequipa, cuenta con las áreas de diseño, almacenamiento, producción, pintado, carga y descarga.

Diagnóstico de la situación actual

Se identifica las cantidades producidas anualmente para cada uno de los productos producidos por la empresa. Como se muestra en la tabla 01, la totalidad de producción en el año 2018 fue de 371 productos, de los que se identifica puertas contra placadas con mayor participación con una cantidad de 115 puertas.

Tabla 1. Producción del año 2018

Productos	Producción anual
Puertas contra placadas	115
Closets en melamina	54
Sillas de madera	48
Escritorios	40
Cama	32
Mesas de madera	19
Reposteros	18
Muebles de computadora	12
Cómodas	11
Estantes	10
Puertas de Garaje	8
Mueble Bar	4
Total	371

Fuente: Elaboración propia. A partir de [4]

De los datos de producción se realizó el diagrama de Pareto con la finalidad de segmentar según la importancia a los productos que fabrica la empresa. Para ello se utiliza la metodología de ABC, siguiendo la regla de 80/20. En la tabla 02 se detalla los valores.

Tabla 2. Clasificación según la metodología de ABC de la producción del año 2018

Productos	Producción anual	%	% acumulado	Clasificación
Puertas contra placadas	115	31%	31%	A
Closets en melamina	54	15%	46%	A
Sillas de madera	48	13%	58%	A
Escritorios	40	11%	69%	A
Cama	32	9%	78%	A
Mesas de madera	19	5%	83%	A
Repostereros	18	5%	88%	B
Muebles de computadora	12	3%	91%	B
Cómodas	11	3%	94%	B
Estantes	10	3%	97%	C
Puertas de Garaje	8	2%	99%	C
Mueble Bar	4	1%	100%	C
Total	371			

Fuente: Elaboración propia. A partir de [4]

Por lo tanto, los productos que se deben tomar mayor importancia son las puertas contra placadas con el 30%. Tal y como se describe en la figura 1.

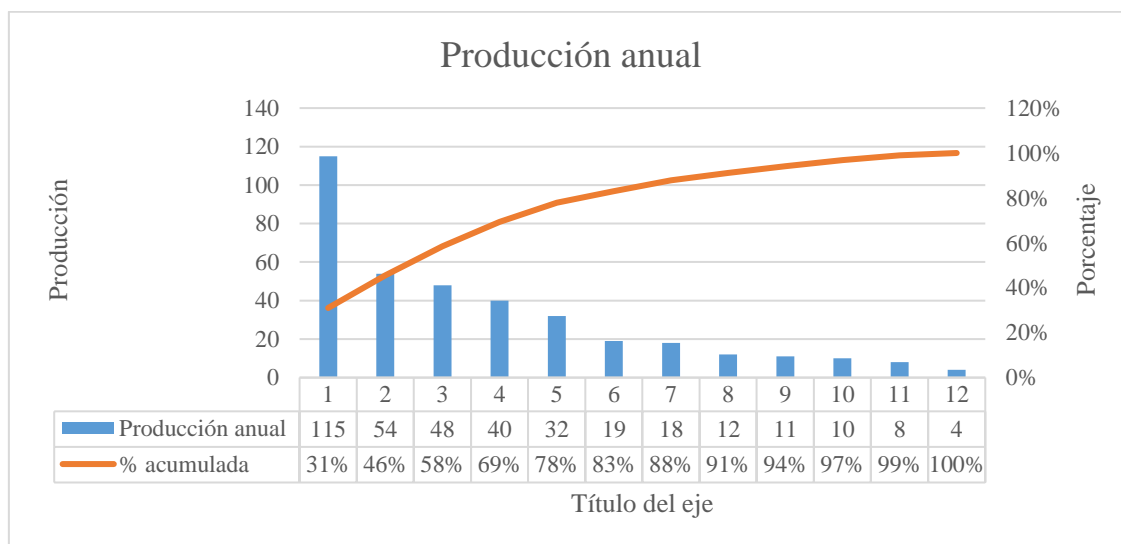


Figura 1. Diagrama de Pareto de la producción anual

Fuente: Elaboración propia. A partir de [4]

- Diagrama de análisis de puertas contra placadas

Es necesario identificar aquellos tiempos requeridos y las localizaciones de todas aquellas operaciones involucradas en la transformación del producto. Esto se observa en la figura 2.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DETALLADO DE PUERTAS CONTRA PLACADAS										
EMPRESA: MUEBLERIA ALEXIS S.R.L				PÁGINA: 1/1						
ÁREA: PRODUCCIÓN				FECHA: 18/01/2019						
PRODUCTO: PUERTAS CONTRAPLACADAS				METODOS DE TRABAJO: ACTUAL						
ACTIVIDAD	C	D	T	SIMBOLOS						OBSERVACIONES
	u	m	min	○	□	⊙	➔	D	▽	
Diseño de plano			48.2			X				Lo realiza el gerente de la empresa
Especificar medidas						X				De acuerdo a la visita realiza al cliente
Taslado de diseño de planta		23.9	1.12				X			lo realiza el maestro carpintero
Cubicación de madera			30.2			X				medir milimetricamente la madera
Selección de madera			15.1	X						seleccionar para transformación
Traslado de madera a maquina cepilladora		9.3	1.45				X			lo realiza un operario
Cepillado de madera			31.23	X						calibrar maquina
Traslado de madera a maquina de corte		1.4	1.23				X			lo realiza el maestro carpintero
Engrosado de madera			38.5			X				medir y trazar madera para corte
Cortado de madera			21.1			X				calibrar máquina para corte
Traslado de pueas a maquina		7.2	1.14				X			lo realiza el maestro carpintero
Moldeado de piezas			19.3			X				Moldear pieza de madera por cantos
Traslado de madera a mesa de trabajo		7.31	1.1				X			Lo realiza el maestro carpintero
Lijado de superficie y piezas			31.6	X						Uso de una lijadora de banda
Armado de estructura			92.2			X				enchapar, reflar y pegar piezas
Secado de cola sintetica			180					X		presión con prensas
Traslado de estructura al área de pintura		6.12	1.18				X			lo realiza un operario
Lijado de estructura			35.3	X						lo realiza un pintor
Primera mano de material de acabado			48.1	X						Preparar y verter tinte al agua
secado de primera mano de material			20					X		
Masillado de estructura			11.1			X				Uso de masillas plasticas
Primera mano de suavizado de estructura			10.2			X				Uso de papel lija
Segunda mano de material de acabado			32.1	X						Preparar y verter selladora con thinner
Secado de segunda mano de material			35					X		
Segunda mano de suavizado de estructura			14.4	X						Uso de papel lija
Tercera mano de material de acabado			22.5			X				Uso de laca dull
Secado de tercera mano de material			22					X		
Traslado de mueble al area de carga		11.1	1.16				X			lo realiza un operario
Intalación de accesorios			39.6			X				ensamble de bisagras y chpaa
Almacenamiento								X		Para su entrega y recojo
Total		66.33	806							

Figura 2. Diagrama de análisis de puertas contra placadas

Fuente: Elaborado a partir de [4]

Del diagrama de análisis podemos identificar que existe tiempos de espera en el proceso de secado sumando un total de 77 min, lo mismo que decir 1 hora con 28 minutos. Sin embargo, de acuerdo con los muestreos realizados por el autor Gracia, J. [20] es su trabajo de

investigación, nos dice que el tiempo estándar de secado natural de pintura se tiene un promedio de 50.41 min. Tal y como se presenta en la tabla 03.

Tabla 3. Tiempo estándar de las operaciones de secado de pintura

Operación	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Tiempo estándar promedio (min)
	Tiempo estándar (min)	Tiempo estándar (min)	Tiempo estándar (min)	
Secado de pintura	49.43	48	53.8	50.41

Fuente: [20]

Por lo tanto, en la tabla 04 se observa que al tomar en cuenta el tiempo estándar para el secado, se suma un total de 50.41 min, y al compararse con el real de 77 min se tiene una diferencia de 19.82 min, es decir este sería el sobre tiempo en la operación.

Tabla 4. Tiempo estándar y real del secado de las puertas contra placadas

Operación	Tiempo total estándar (min)	Tiempo real total de secado (min)	Diferencia (min)
Secado de pintura	50.41	77	26.59

Fuente: Elaboración propia

De modo que la productividad de las puertas contra placadas se puede medir según; mano de obra y horas hombre:

- Mano de obra:

$$Productividad MO = \frac{Producción}{N^{\circ} de operarios}$$

$$Productividad MO = \frac{9.58 \frac{\text{puertas}}{\text{mes}}}{6 \frac{\text{operarios}}{\text{mes}}} = \frac{1.6 \text{ puertas}}{\text{mes}} * \text{operario}$$

Se observa que la productividad de MO mensual fue de 1,6 puertas/mes*operario.

- Horas hombre:

$$Productividad HO = \frac{Producción}{Horas de MO}$$

$$Productividad HO = \frac{9.58 \frac{\text{puertas}}{\text{mes}}}{192 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}} = \frac{0.05 \text{ puertas}}{\text{horas hombre}}$$

Así mismo se observar que la productividad mensual de horas hombre fue de 0.05 puertas/HH. Por lo tanto, se tiene una productividad referente a la mano de obra con 2 puertas elaboradas en un mes por operario además de eso se sabe que estos se realizan 0.05 puertas/ horas hombre, sin embargo, en la investigación de Carhuas, Kenyi ; Contreras, Edwin. [19] nos mencionan

que bajo las mismas condiciones de trabajo y de los 18 operarios disponibles solo 5 son necesarios para cubrir con la demanda de 160 puertas al mes por pedido teniendo una productividad de 8.8 puertas/mes * operario y 0.83 puertas/ horas hombre. De los resultados presentes en la tabla 5 podemos observar que a pesar de contar con menor cantidad de operarios se tiene una diferencia mayor en 6 puertas contra placadas/ mes por operario y 0.78 puertas/ hora hombre.

Tabla 5. Productividad real y estándar de la fabricación de puertas contra placadas

Productividad	Operarios	Producción	Productividad MO	Productividad HO
Productividad real	6	115	1.6	0.05
Productividad estándar	5	160	8	0.83
Diferencia	1	45	6	0.78

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la tabla 6 el resumen de los datos comparados anteriormente y que servirán de referencia evaluar los resultados obtenidos en la propuesta de mejora.

Tabla 6. Tabla Resumen de indicadores

Criterio	Real	Estándar	Diferencia
Productividad			
MO (puertas/ mes * operario)	2	8	87.5%
HO (puertas / H. hombre)	0.0625	0.83	24.6%
Tiempo de operación	77	50.41	-52.75%

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, al ser las puertas contra placadas el producto con mayor producción anual, se plantea el siguiente diagrama de Ishikawa para identificar las causas raíz de la baja productividad presentes en el proceso de este producto.



Figura 3. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia. A partir de [4]

Considerando este problema, se tiene el listado de los tiempos incurridos por estas causas.

Tabla 7. Causas de baja productividad

Causas	Tiempos
Prolongados tiempos de espera (min)	50
Deficiente maquinaria en el área de secado (min)	27
Total	77

Fuente: Elaboración propia a partir de [4]

A continuación, se presenta un diagrama de Pareto para identificar cuáles son las causas más relevantes para la baja productividad teniendo como principales los prolongados tiempos de espera y la deficiente maquinaria en el área de secado.

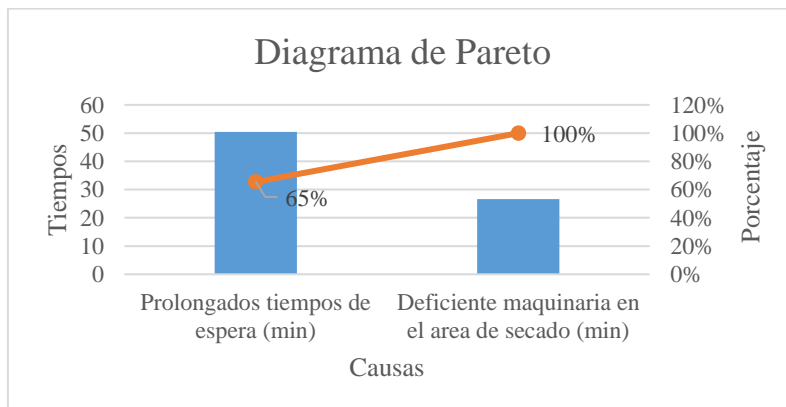


Figura 4. Diagrama de Pareto de las causas de baja productividad

Fuente: Elaboración propia

Considerando estos problemas, se tiene el listado de costos que sufre la empresa debido a estos problemas.

Tabla 8. Tiempo por problema por defectos en el proceso

Prolongados tiempos de espera en el área de secado (min)	77
Deficiente maquinaria en el área de secado (min)	26.59

Fuente: Elaboración propia a partir de [4]

Tabla 9. Propuestas de mejora para el problema de la baja productividad

Problema	Causas	Mejora
Baja productividad en el área en el proceso de puertas contra placadas	Prolongados tiempos de espera en el proceso de secado	Adquisición de 3 pistolas de calor
	Deficiente maquinarias en el área de secado	
	Personal no capacitado	Capacitar al personal en el uso de maquinarias

Fuente: Elaboración propia

Simulación actual en ProModel

Considerando que la madera arriba al área de cubicación y selección de 1 en 1 y considerando los tiempos de traslados obtenidos del diagrama de análisis de operaciones y que en el área de lijado de superficie y estructura se tiene un porcentaje de salida del 10% y 5% de aserrín respectivamente, se presenta la siguiente simulación de la situación actual del proceso

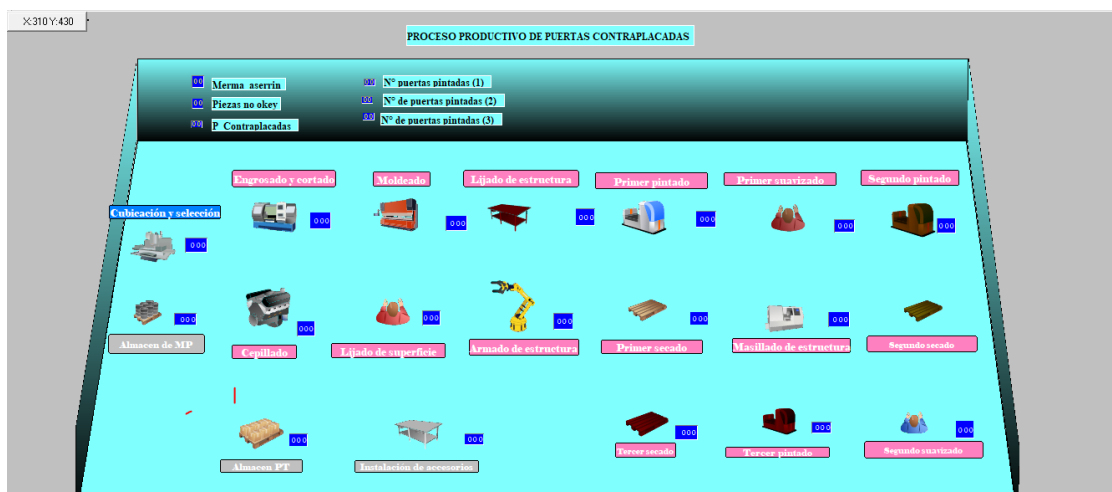


Figura 5. Plano ProModel de la situación actual

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la simulación de 8 horas en 24 días que implica la duración de un mes laborable, además se sabe que el pedido es aceptado por el diseñador cada dos días ya que espera que los operarios terminen el trabajo ya asignado, de esto se obtuvo los siguientes resultados:

- En el resumen de variables (figura 6) se puede observar que se producen 9 puertas mensuales, así mismo se observa que la cantidad de puertas pintadas es de 10, sin embargo, estas quedan en el sistema.

Variable Resumen						
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Sec)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Merma Aserrin	1.00	271,809.00	0.00	1.00	1.00	0.61
Piezas no okey	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P Contraplacadas	9.00	69,966.60	0.00	9.00	9.00	4.55
Puertas Pintado 1	10.00	68,201.58	0.00	10.00	10.00	4.73
Puertas pintado 2	10.00	68,641.98	0.00	10.00	10.00	4.66
Puertas pintado 3	10.00	69,073.38	0.00	10.00	10.00	4.60

Figura 6. Resumen de variables del proceso actual de las puertas contra placadas

Fuente: Elaboración propia

- En la figura 7 podemos observar que el proceso de secado suma un total de utilización de 8.92%, el segundo más relevante después del armado de estructura

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Min)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Sec)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
Cubicación y selección	11,520.00	10.00	11.00	906.00	0.01	1.00	0.00	0.14	
Cepillado	11,520.00	1.00	11.00	1,873.80	0.03	1.00	0.00	2.98	
Engrosado y cortado	11,520.00	1.00	11.00	3,600.00	0.06	1.00	0.00	5.73	
Moldeado	11,520.00	1.00	11.00	1,158.00	0.02	1.00	0.00	1.84	
Lijado de superficie	11,520.00	1.00	11.00	1,896.00	0.03	1.00	0.00	3.02	
Armado de estructura	11,520.00	1.00	10.00	16,332.00	0.24	1.00	0.00	23.63	
Lijado de estructura	11,520.00	1.00	10.00	2,118.00	0.03	1.00	0.00	3.06	
Primer pintado	11,520.00	1.00	10.00	2,886.00	0.04	1.00	0.00	4.18	
Primer secado	11,520.00	1.00	10.00	1,200.00	0.02	1.00	0.00	1.74	
Masillado de estructura	11,520.00	1.00	10.00	666.00	0.01	1.00	0.00	0.96	
Primer suavizado	11,520.00	1.00	10.00	612.00	0.01	1.00	0.00	0.89	
Segundo pintado	11,520.00	1.00	10.00	1,926.00	0.03	1.00	0.00	2.79	
Segundo secado	11,520.00	1.00	10.00	2,100.00	0.03	1.00	0.00	3.04	
Segundo suavizado	11,520.00	1.00	10.00	864.00	0.01	1.00	0.00	1.25	
Tercer pintado	11,520.00	1.00	10.00	1,350.00	0.02	1.00	0.00	1.95	
Tercer secado	11,520.00	1.00	10.00	1,234.62	0.02	1.00	1.00	1.79	
Instalación de accesorios	11,520.00	1.00	9.00	2,376.00	0.03	1.00	0.00	3.09	
Almacen PT	11,520.00	40.00	9.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
Almacen de MP	11,520.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Figura 7. Resumen de locación de las puertas contra placadas

Fuente: Elaboración propia

Proponer la mejora

Mejora 1. Propuesta para mejorar el proceso de secado natural

De lo anterior, se dice que el causal principal de la baja productividad de las puertas contra placadas se encuentra el proceso de secado debido a que este se realiza de manera natural. Se

presenta una revisión de literatura con la finalidad de poder identificar posteriormente la solución idónea dentro de los cuales se presentará las ventajas y desventajas de la posible adquisición de equipos.

A) Trabajos previos relacionados con la mejora del proceso de pintado

- Maquinaria utilizada en el mercado

Pistolas de calor

La pistola de aire caliente para quitar pintura, doblar tubería, colocación o remover adhesivos, secado la madera, descongelar las tuberías congeladas. [21]



Figura 8. Pistola de calor 1600 W DONGCHENG

Fuente: Promart

Tabla 10 Datos técnicos de la pistola de calor

Datos técnicos	
Potencia de entrada	1600 watt
Temperatura 1	40 - 400 °C
Temperatura 2	50 – 550 °C
Flujo de aire 1	190 – 210 L/ min
Flujo de aire 2	310 – 350 L/ min
Categoría	Industrial
Características	Temperatura y flujo de aire ajustable a dos velocidades
Peso	0.8 kg

Fuente: Promart

La adquisición de equipo que se presenta en la ilustración 5 es de 150 soles la unidad

Tabla 11 Costos de adquisición

Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
3	150	450

Fuente: Promart

Hornos de secado

Sistema de calefacción a gas con intercambiador de calor residual opcional y quemadores de aire, vapor, leña y ventiladores centrífugos. [22]



Figura 9. Horno de secado de madera

Fuente: PREMAC

Tabla 12. Datos técnicos del horno de secado de madera

Modelo	Modelo 50	Modelo 120	Modelo 200
Tipo de proceso	Por bache	Por bache	Por bache
Capacidad	8 m ³ / 53 rastras	18 m ³ / 119 rastras	30 m ³ / 198 rastras
Combustible	Gas natural/ Propano	Gas natural/ Propano	Gas natural/ Propano
Tipo de quemador	Vena de aire	Vena de aire	Vena de aire

Fuente: PREMAC

Tabla 13. Costos de adquisición

Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
1	23,400	23,400

Fuente: PREMAC

- CASOS ÉXITO

Ferroñan, José [20] en su trabajo de investigación analiza tres empresas competitivas del mismo sector industrial, de estas tres presentadas se calculó el tiempo promedio observado, el factor de calificación, el factor de tolerancia, el tiempo normal y el tiempo estándar

Para calcular el factor de tolerancia de cada una de estas empresas, se tuvo en cuenta las tablas de Westinghouse.

DESTREZA O HABILIDAD		
0.15	A1	EXTREMA
0.13	A2	EXTREMA
0.11	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.06	C1	BUENA
0.03	C2	BUENA
0	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE
-0.1	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE

ESFUERZO O EMPENO		
0.13	A1	EXCESIVO
0.12	A2	EXCESIVO
0.1	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.05	C1	BUENO
0.02	C2	BUENO
0	D	REGULAR
-0.4	E1	ACEPTABLE
-0.8	E2	ACEPTABLE
-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.17	F2	DEFICIENTE

CONDICIONES		
0.06	A	IDEALES
0.04	B	EXCELENTES
0.02	C	BUENAS
0	D	REGULARES
-0.03	E	ACEPTABLES
-0.07	F	DEFICIENTES

CONSISTENCIA		
0.04	A	PERFECTA
0.03	B	EXCELENTE
0.01	C	BUENA
0	D	REGULAR
-0.02	E	ACEPTABLE
-0.04	F	DEFICIENTE

Figura 10. Tablas de Westinghouse

Fuente: García, 2005 [23]

Así mismo el cálculo de tiempo normal se realiza mediante la multiplicación del tiempo promedio observado por el factor de calificación.

$$TN = TMO * FC$$

Y para el tiempo estándar se toma en cuenta el tiempo normal y el porcentaje de tolerancia del proceso.

$$TS = TN * (1 + 11\%)$$

Empresa 1: Muebles Torres SRL

La empresa Muebles Torres SRL, [20] que se especializa en la fabricación y venta al por menor de muebles, que incluyen, entre otras cosas, mesas, sillas, sofás y sillones de cedro, caoba y pino, también tiene un sistema de producción que ha implementado para los procesos son "pistolas de calor" que les permiten acelerar los procesos de secado en varias etapas del proceso de fabricación de sus muebles. Con el fin de estandarizar e igualar los tiempos, se utilizaron cálculos de ingeniería para indicar cuánto tardaban los procesos de secado de la masilla y de secado de la pintura.

Tiempo promedio observado - TMO

EMPRESA 1: Muebles Torres SRL				
Operación	Ciclo 1 (min)	Ciclo 2 (min)	Ciclo 3 (min)	Tiempo medio observado (TMO)
Secado de pintura	17.1	16.5	16.4	16.67

Figura 11. Tiempo promedio en el proceso de secado de pintura para la empresa 1

Fuente: Ferroñan 2019; [20]

El proceso de secado de la pintura pudo completarse en una media de 16,67 minutos gracias al uso de la pistola. Como resultado, el tiempo estándar derivado de la pistola de calor para el procedimiento de secado de pintura de la Empresa 1 es de 19,43 minutos.

Empresa 2: Muebles Becerra

Muebles Becerra [16] tiene una fábrica que también fabrica muebles, y allí los trabajadores pueden utilizar equipos como "pistolas de calor" para acelerar el secado de la masilla y la pintura sobre la madera preparada.

Tiempo promedio observado – TMO

EMPRESA 2: Muebles Becerra				
Operación	Ciclo 1 (min)	Ciclo 2 (min)	Ciclo 3 (min)	Tiempo medio observado (TMO)
Secado de pintura	15.9	15.4	15.6	15.63

Figura 12 Tiempo promedio en el proceso de secado de pintura para la empresa 2

Fuente: Ferroñan 2019; [20]

El tiempo medio de secado de la pintura con la pistola fue de 15,63 minutos. Como resultado, el tiempo estándar derivado de la pistola de calor para el procedimiento de secado de pintura de la Empresa 2 es de 17,06 minutos.

Empresa 3: Muebles Decor EIRL

Empresa bajo las mismas condiciones en donde se realizó el último estudio de tiempos que se describen a continuación.

Tiempo promedio observado – TMO

EMPRESA 3: Muebles Decor EIRL				
Operación	Ciclo 1 (min)	Ciclo 2 (min)	Ciclo 3 (min)	Tiempo medio observado (TMO)
Secado de pintura	16.8	17.3	16.2	16.77

Figura 13. Tiempo promedio en el proceso de secado de pintura para la empresa 3

Fuente: Ferroñan 2019; [20]

El proceso de secado de la pintura pudo completarse en una media de 16,77 minutos gracias al uso de la pistola. 17.54 minutos es el tiempo medio que duró el proceso de secado de la pintura de la Empresa 1 utilizando una pistola de calor.

Por lo tanto, Ferroñan, en su estudio tiene como resultado el promedio de ponderado del tiempo estándares de las 3 empresas estudiadas los cuales se muestran en la tabla 14.

Tabla 14 Tiempo estándar promedio del de secado de pintura

Operación	Empresa 1 (min)	Empresa 2 (min)	Empresa 3 (min)	Promedio (min)
Secado de pintura	19.43	18.22	19.54	19.06

Fuente: Ferroñan 2019; [20]

A continuación, se presenta un Benchmarking funcional con la finalidad de identificar cual sería la maquinaria más idónea para implementar en el proceso de pintado.

Tabla 15. Comparación de las pistolas y hornos de calor

COMPARACIÓN	EQUIPOS	
	Pistolas de calor	Hornos de secado
Características	Se emplea para quitar la pintura, doblar tubería, colocación o remover adhesivos, secado la madera, descongelar las tuberías congeladas.	Tiene un quemador de vena de aire y es un sistema de calefacción de gas. Sirve para secado rápido de todo tiempo de madera
Costo de adquisición	Costo accesible de 150 nuevos soles la unidad	Tiene un costo de 23,400 dólares
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Precio accesible - Compactas y fáciles de transportar - Aceleran la rapidez de secado por su flujo intenso de aire - Permiten el control de temperatura - Es versátil, ya que se puede emplear en madera, metal, plástico y cerámicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe riesgos de humedad - Se evita que la pintura se raje - Uniformidad de secado - Secado de mayores volúmenes a la vez
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Si se coloca directamente la boquilla con la superficie existe riesgo de dañar el producto - La cantidad de tiempo que se emplee dependerá del grosor y tamaño del área - Sin una correcta manipulación existe riesgo de quemadura o daños del producto 	<ul style="list-style-type: none"> - Precio de adquisición elevado - No es posible su reubicación sin incurrir a costos - Altos costos por consumo energético - No conviene su implementación si se produce a bajos volúmenes.

Fuente : Elaboración propia

Tabla 16 Resultados de las empresas competidoras

Empresa	Condiciones de trabajo	Resultados
Muebles Torres SRL	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas: 4 - Tipo de máquinas: pistolas de calor - Operarios: 4 	Se tiene un tiempo promedio de secado de 19.43 min
Muebles Becerra	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas: 3 - Tipo de máquinas: pistolas de calor - Operarios: 3 	Se tiene un tiempo promedio de secado de 18.22 min
Muebles Decor EIRL	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas: 2 - Tipo de máquinas: pistolas de calor - Operarios: 1 	Su tiempo promedio de secado es de 19.54 min

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber hecho la revisión literaria de las posibles maquinarias a implementar y los entornos de trabajo en los que operan actualmente las empresas competidoras, se presenta en la tabla 17 una matriz de priorización para identificar aquellos criterios internos relevantes de la empresa en estudio.

Por ello se consideró los siguientes valores:

Criterio principal = 1

Criterio secundario = 0

Tabla 17. Matriz de priorización de los criterios para tener en cuenta

Criterio más relevante a tener en cuenta		1	2	3	4	5	6	Total
1	Espacio	1	1	1	1	1	1	5
2	El volumen de producción	0	1	1	1	0	1	3
3	Costo de adquisición	1	1	1	1	0	1	4
4	Versatilidad	1	1	1	1	0	1	4
5	Rapidez	1	1	1	1	1	1	5
6	Costo de consumo	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia

De la matriz de priorización se tiene como criterio relevante a considerar antes de tomar una decisión el espacio, ya que la empresa especifica que su área de trabajo para el área de pintura es limitada siendo esta menor a 10 m

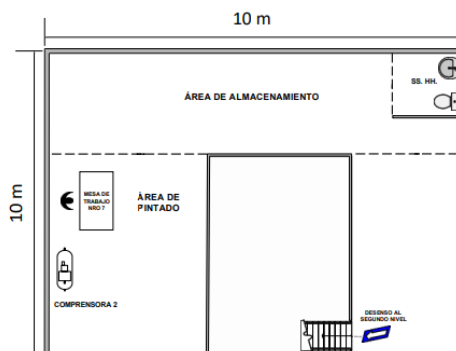


Figura. Área de pintado

Fuente: Villanueva, Diego [4]

El segundo criterio más relevante es la rapidez, debido a que se quiere minimizar tiempos prologando de espera que se tiene por el sacado natural, así mismo, se requiere versatilidad y un costo de adquisición accesible y finalmente se considera como criterio menos relevante a los volúmenes de producción ya que si bien es cierto es importante aumentar la productividad la empresa no produce a gran escala por lo mismo que sus productos son a pedidos.

Resultado de comparación de trabajos investigados

De acuerdo con los cuadros comparativos realizados y presentados en cuanto a la posible adquisición de pistolas u horno de secado, se llegó a la conclusión que debido a las condiciones en las que se encuentra la empresa sería idóneo implementar 3 pistolas de calor es las 3 estaciones de trabajo, debido a que no se cuenta espacio suficiente para implementar un horno industrial, se requiere de una maquinaria versátil, pero a su vez accesible en cuanto a costos. Por lo tanto. Se puede decir entonces, según Ferroñan [20] La duración media de la operación sería de 19,06 minutos si el fabricante de puertas de entrada investigado optara por utilizar pistolas de calor en los procesos de secado de pintura de su rival.

Mejora 2. Capacitación en el proceso

Resulta importante, llevar a cabo capacitaciones para que los operarios que se encuentran dentro del proceso conozcan a profundidad la implementación propuesta y se eviten los errores durante el proceso. De acuerdo con Delgado, R [24] La formación para una empresa que fabrica muebles de madera consiguió que las construcciones se montaran en un 25,75% menos de tiempo del que se tardaba. De esto se puede decir entonces que la reducción del tiempo en esta operación sería de 68.45 min menor al actual, es decir, se reduciría a un 65.4585.

Es fundamental que, una vez documentado el proceso oficial de producción de puertas contra placadas, todos los miembros del equipo de producción lo conozcan para tener una comprensión integral del proceso y tener en cuenta los tiempos estándar establecidos para cada proceso. Para ello, se ha diseñado el programa de formación que se detalla a continuación y que se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Programa de capacitación del proceso de puertas contra placadas

Tema: Capacitación sobre el procedimiento de armado de estructura de puertas contra placadas	Agosto - 2023					
	SEMANA 1					
Horario	L	M	M	J	V	S
8:00 am – 1:00 pm	Trabajo	Trabajo	Trabajo	Trabajo	Trabajo	Trabajo
1:00 pm – 3:00 pm						
3:00 pm – 6:00 pm	Trabajo	Trabajo	Trabajo	Trabajo	Grupo 1 T: 3 h	-

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 18, la formación tendrá lugar un día a la semana durante un total de tres horas, lo que dará a todos los empleados operativos tiempo suficiente para aprender el proceso oficial

y estar plenamente informados sobre cada operación. Un jefe de producción estará a cargo de esta actividad y se encargará de formar y poner al día al personal sobre las mejoras.

En la tabla 19, la formación durará una jornada laboral, es decir, tres horas en total, tiempo suficiente para instruir a todo el personal operativo en el correcto mantenimiento de la maquinaria utilizada en cada actividad. Esta tarea será supervisada por un técnico, que también se encargará de formar al personal.

Tabla 19 Programa de capacitación sobre el mantenimiento de maquinaria

Tema: <i>Capacitación mantenimiento de maquinarias</i>	Agosto - 2023					
	SEMANA 2					
Horario	L	M	M	J	V	S
8:00 am – 1:00 pm	Trabajo	Trabajo	Trabajo	Trabajo	Trabajo	Trabajo
1:00 pm – 3:00 pm						
3:00 pm – 6:00 pm	Trabajo	Grupo 1 T: 3 h	Trabajo	Trabajo	Grupo 1 T: 3 h	-

Fuente: Elaboración propia

Simulación de la propuesta de mejora en ProModel

Se simuló con el software ProModel los nuevos tiempos de procesamiento en el pintado, así como también una situación ideal en donde la capacitación a los operarios redujo los errores a 25.75%, disminuyendo en tiempo de operación en el armado de estructuras a 68.459 esta nueva situación se observa el porcentaje de cambio a comparación a la situación actual de la empresa:

Variable Resumen						
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Sec)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Merma Aserrin	1.00	189,297.00	0.00	1.00	1.00	0.73
Piezas no okey	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P Contraplacadas	13.00	50,613.09	0.00	13.00	13.00	6.63
Puertas Pintado 1	14.00	49,331.96	0.00	14.00	14.00	6.85
Puertas pintado 2	13.00	50,007.46	0.00	13.00	13.00	6.78
Puertas pintado 3	13.00	50,323.43	0.00	13.00	13.00	6.70

Figura 14. Resumen de variables de la propuesta

Fuente: Elaboración propia

De modo que la productividad de las puertas contra placadas de la propuesta seria de:

- Mano de obra:

$$Productividad MO = \frac{13 Producción}{N^{\circ} de operarios}$$

$$Productividad MO = \frac{13 \frac{\text{puertas}}{\text{mes}}}{6 \frac{\text{operarios}}{\text{mes}}} = 2.16 = \frac{2.16 \text{ puertas}}{\text{mes}} * \text{operario}$$

Se observa que la productividad de MO de mensual fue de 1,6 puertas/mes*operario.

- Horas hombre:

$$Productividad HO = \frac{13 \frac{\text{puertas}}{\text{mes}}}{192 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}} = \frac{0.07 \text{ puertas}}{\text{horas hombre}}$$

Tabla 20. Incremento de productividad de maquinaria entre la situación actual y la propuesta

criterio	Real	Propuesta	Diferencia
Producción	115	156	26.23%
MO (puertas/ mes * operario)	1.6	2	20 %
HO (puertas / H. hombre)	0.0625	0.07	10.71%

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo / Beneficio

- Inversión total de la propuesta

Tabla 21. Inversión total de la propuesta

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Inversión mejora 1			
Pistolas de calor	3	150	450
Movilidad	-	-	20
Inversión mejora 2			
Capacitaciones de mejora de procedimientos	1	1200	1200
Capacitaciones de mantenimiento	1	1900	1900
INVERSIÓN TOTAL			3570

Fuente: Elaboración propia a partir de [4]

La adopción de las dos ideas sugeridas en este estudio costará un total de S/ 3,570 nuevos soles, como se muestra en la tabla 21.

- Ingreso promedio

El valor del producto y la producción actual de la empresa en estudio dio un total de S/92820 nuevos soles. Se compara el valor total actual con el valor total proyectado, que es de S/ 68425, resultando una discrepancia de S/24395 nuevos soles

Tabla 22. Ingreso promedio de las puertas contra placadas

Producto	Valor	Producción actual	Valor actual	Producción propuesta	Valor propuesto
Puertas contra placadas	S/ 595	115	S/ 68425	156	S/ 92820

Fuente: Elaboración propia a partir de [4]

- Costo promedio

En la tabla 23 se muestra los egresos concernientes a la fabricación de puertas contra placadas después de la mejora.

Tabla 23. Egresos estimados de la mejora

Ítem	Costo (S/)
Operarios	7200
Agua potable	540
Energía eléctrica	8400
Internet / teléfono	1308
Combustible	3600
Útiles de escritorio	300
Pintura	7200
Accesorio	9000
Materia prima	40000
Mantenimiento de maquinaria	1280
Mantenimiento de equipos	1440
Total	S/ 80268

Fuente: Elaboración propia a partir de [4]

El beneficio/coste del plan de mejora se determina en la tabla 24 utilizando los datos de los cuadros 22 y 23:

Tabla 24. Beneficio/ costo de la propuesta

Beneficio / costo	
Ingresos	S/ 92820
Egresos	S/ 80268
Inversión	S/ 3570
Costo de inversión	S/ 83838
Beneficio / Costo	S/ 1.11

Fuente: Elaboración propia

El análisis beneficio/coste arroja un valor de 1,11, lo que indica que la inversión se amortizaría con un beneficio adicional. En otras palabras, la empresa que fabrica muebles obtendrá un beneficio adicional de S/0,11 por cada sol gastado.

Recomendaciones

Se recomienda una investigación profunda para la etapa del armado de estructura que permita incrementar la productividad del proceso en general, para así no solo disminuir tiempos, si no también, incrementar la utilidad neta de la empresa. Así mismo se recomienda realizar un balance para contabilizar los flujos de materia y energía entre un determinado proceso industrial y su entorno o entre las distintas operaciones que lo componen.

Referencias

- [1] Industry surfer, «Manufactura a nivel mundial,» [En línea]. Available: <https://industrysurfer.com/blog-industrial/manufactura-a-nivel-mundial/#:~:text=Es%20el%20sector%20m%C3%A1s%20importante,uno%20de%20los%20principales%20exportadores..> [Último acceso: 5 Mayo 2023].
- [2] statista, «Volumen de ingresos del sector del mueble a nivel mundial en 2020,» [En línea]. Available: <https://es.statista.com/estadisticas/878006/ingresos-mundiales-del-sector-del-mueble-por-pais/>. [Último acceso: 05 Mayo 2023].
- [3] Ministerio de producción, «Reporte de producción manufacturera,» Ministerio de la producción, Lima, 2023.
- [4] D. G. V. Hanco, *Propuesta de Optimización en el Proceso de Fabricación de Muebles en PYMES, Caso: Mueblerías “Alexis” S.R.L.*, Lima, 2019.

- [5] L. Morocho, *Propuesta de mejora del proceso productivo de muebles de melamina en la empresa fabricaciones metálicas fametal S.A.C. para aumentar la rentabilidad*, Chiclayo: Universidad católica Santo toribio de Mogrovejo, 2019.
- [6] J. Chapoñan, *plan de mejora en los procesos productivos en la fabricación de muebles de melamina para incrementar la productividad en una empresa de melamina chiclayo 2018*, Chiclayo: 2018, 2018.
- [7] Morocho y Luis, *propuesta de mejora del proceso productivo de muebles de melamina en la empresa fabricaciones metálicas fametal s.a.c. para aumentar la rentabilidad*, Chiclayo: 2019, 2019.
- [8] «Productivity Improvement in Furniture,» *International Journal of Scientific*, vol. 1, n° 4, 2016.
- [9] C. Kenyi y C. Edwin, *Propuesta de mejora de la productividad en la fabricación de puertas contraplacadas utilizando herramientas de Lean Manufacturing*, Lima, 2020.
- [1 E. Hlaing y A. Lwin, «A Study on Analysis of Product Quality Problems in Plywood
0] Production of No (2) Plywood Factory in Myanmar,» *International Journal of Trend in Scientific Research and Development* , vol. 6, n° 1739-1744, p. 1, 2014.
- [1 B. Piotr y B. Piotr, «critical analysis of plywood production system model,» *Management
1] and Production Engineering Review*, vol. 4, pp. 4-9, Marzo 2013.
- [1 S. Ugryumov, N. Vokhmyanin y S. Zatenko, «Method of increasing percentage of raw
2] wood materials in plywood production,» *IOP Conference Series:Materials Science and Engineering*, 2020.
- [1 A. Guamán, A. García y M. Julio, *Desarrollo de un sistema MRP en la manufactura de
3] muebles modulares para el aumento de productividad y calidad*, Quito: Ojeando la agenda, 2018.
- [1 R. Olivera, L. Maldonado y V. Manuel, *Plan de mejora de la productividad en la
4] fabricación de pallets mediante la aplicación de la ingeniería de métodos en la empresa maderera Nuevo Perú S.A.C. Chiclayo*, Pimentel , 2020.
- [1 Gandara.Felipe, «herramientas de calidad y el trabajo en equipo para disminuir la
5] reprobación escolar,» *Conciencia Tecnológica*, n° 48, pp. 17-24, 2014.
- [1 PROMODEL, «Software de Simulación de Sistemas, Propósitos Generales y Arquitectura
6] Abierta.,» [En línea]. Available: <http://promodel.com.mx/promodel/>. [Último acceso: 20 Mayo 2023].

- [1 S. Michael, «El concepto de Benchmarking,» de *Benchmarking*, Colombia, Norma, 1994.
7]
- [1 Agencia, Calidad y educación, «Matriz de priorización de problemas,» [En línea].
8] Available:
http://archivos.agenciaeducacion.cl/Matriz_de_priorizacion_de_problemas.pdf. [Último
acceso: 27 Junio 2023].
- [1 C. Kenyi y E. Contreras, *Propuesta de mejora de la productividad en la fabricación de*
9] *puertas contraplacadas utilizando herramientas de Lean Manufacturing*, Lima, 2020.
- [2 J. Ferroñan, *análisis y propuesta de mejora del sistema de producción de una empresa*
0] *fabricadora de muebles*, Chiclayo, 2019.
- [2 Dong Cheng, *Pistola de Calor 1600 W*, Lima.
1]
- [2 PREMAC , «Horno para secado de madera,» [En línea]. Available:
2] <https://www.premac.co/producto/horno-para-secado-de-madera/>. [Último acceso: 26
Junio 2023].
- [2 R. García, *Estudio del trabaj*, Mexico: interamericana editores sa, 2005.
3]
- [2 D. Ruben, «Aplicación del estudio de tiempos y movimientos para mejorar la
4] productividad, en el área de acabados en la empresa representaciones Martín S.A.C, Villa
el Salvador, 2017,» Chiclayo , 2017.