

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



**Propuesta de mejora del área de carpintería para aumentar la  
productividad de la empresa Opp Film SA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**Alejandro Alberto Palacios Montenegro**

**ASESOR**

**Santos Confesor Gabriel Blas**

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

**Chiclayo, 2025**

**Propuesta de mejora del área de carpintería para aumentar la  
productividad de la empresa Opp Film SA**

PRESENTADA POR

**Alejandro Alberto Palacios Montenegro**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

María Luisa Espinoza García Urrutia  
PRESIDENTE

Abel Enrique Gonzalez Wong  
SECRETARIO

Santos Confesor Gabriel Blas  
VOCAL

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios por darme la paciencia y voluntad suficiente para cumplir con la culminación de este proyecto de investigación que a pesar de todos los percances y dudas que existieron se pudo lograr.

A mi abuela Jobita Requejo Guevara quien solo con secundaria completa sacó adelante a toda su familia dando sabios consejos de vida que he aplicado en mi etapa universitaria.

A mi familia, especialmente a mis padres y hermano mayor que me motivan cada día, siempre confiando en mi capacidad para salir adelante ante las adversidades.

## **Agradecimientos**

A mis padres Juan y Marita por su apoyo incondicional en mi proceso formativo universitario, dándome siempre la confianza completa, motivando al logro de una de mis metas al largo plazo.

A mi hermano mayor Juan Diego quien me ha brindado apoyo en todo sentido, especialmente en el lado académico desde mi ingreso a la universidad, siendo siempre mi ejemplo a seguir tanto personal como académicamente.

A mi asesor Ingeniero Santos Gabriel Blas, por su asesoramiento académico y recomendaciones necesarias en el proceso de investigación.

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

FUENTES PRIMARIAS

---

1

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

11%

2

[tesis.usat.edu.pe](http://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

4%

3

[repositorio.continental.edu.pe](http://repositorio.continental.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

4

[repositorio.upn.edu.pe](http://repositorio.upn.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

5

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1%

6

[docplayer.es](http://docplayer.es)

Fuente de Internet

<1%

7

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

---

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>Revisión de literatura .....</b>	<b>9</b>
<b>Materiales y métodos.....</b>	<b>14</b>
<b>Resultados y discusión.....</b>	<b>15</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>36</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>37</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>37</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>40</b>

## Resumen

La concurrente investigación tiene como finalidad proponer la mejora del área de carpintería de la empresa Opp Film SA para aumentar la productividad; para esto, se realizó un diagnóstico actual del área mediante el análisis del diseño del trabajo: estudio de tiempos y métodos; y a su vez se analizó los indicadores actuales del proceso, incluyendo la eficiencia de línea; obteniendo como resultados que la productividad actual es de 8,87 pallets/h. op., y la eficiencia de línea del 60,95%; asimismo, se desarrolló una propuesta de mejora que abarcaba en primer lugar, la redistribución de la planta empleando la metodología Systematic Layout Planning y Guerchet; posteriormente, se aplicó la estandarización de los métodos con procedimientos operativos estándar y de tiempos en base al tiempo promedio de la mejora, realizando finalmente un nuevo balance en la línea de producción; con todo ello se logró incrementar la productividad a 12,9 pallets/h\*op., la reducción de tiempos de transporte en un 43% y aumentar la eficiencia de línea en 20,55%. Finalmente, se obtuvo un costo/beneficio de 1,59, un VAN positivo y un TIR de 77,7% consiguiendo demostrar que es proyecto rentable; concluyendo finalmente que la propuesta de mejora planteada permitió aumentar el nivel productividad del área de carpintería.

*Palabras clave:* Pallet, Proceso productivo, Estandarización, Balance de línea.

## Abstract

The concurrent investigation aims to propose the improvement of the carpentry area at Opp Film SA company to increase productivity. To achieve this, a current diagnosis of the area was conducted through job design analysis, including time and methods studies. Additionally, the current process indicators were analyzed, including line efficiency, obtaining that the current productivity is 8,87 pallets/h. op., and the line efficiency is 60,95%. Furthermore, an improvement proposal was developed, starting with the plant's rearrangement using the Systematic Layout Planning and Guerchet methodologies. Subsequently, method standardization was implemented through standard operating procedures and time based on the average time of improvement, followed by a new balance in the production line. These efforts resulted in an increased productivity of 12,9 pallets/h. op., a 43% reduction in transport times, and a 20,55% increase in line efficiency. Finally, a cost/benefit ratio of 1,59 soles, positive NPV, and an IRR of 77,7% were obtained, demonstrating the profitability of the project. In conclusion, the proposed improvement plan successfully increased the productivity level of the carpentry area.

*Keywords:* Pallet, Productive process, Standardization, Line balance.

## Introducción

La empresa Opp Film Perú SA donde se realiza esta investigación se ocupa del desarrollo, producción y venta de láminas de poliéster, nylon y polipropileno para películas recubiertas y empaques flexibles para la industria de la impresión de polipropileno las cuales son entregadas a los clientes en películas o rollos en 2 presentaciones: jumbo o estándar. Los cuales son asegurados con 2 tableros de madera en ambos lados y un pallet en la parte inferior para su transporte a nivel nacional y su exportación al extranjero teniendo en cuenta la normativa SENASA.

Esta empresa cuenta con un área de carpintería donde se fabrican los pallets a menos coste para consumo interno teniendo un requerimiento mensual de 13 000 pallets para abastecer las líneas de producción. Sin embargo, el área no cumple con el requerimiento total, en su mayoría se cumple con un promedio de 7 100 pallets, lo que genera costos adicionales por concepto de compra de los pallets restantes a proveedores externos, esto es debido a tiempos improductivos generados por factores como: la falta de estandarización de procesos; la falta de compromiso por parte de los operarios y la distribución inadecuada de materia prima generando traslados excesivos de operarios. Los cuales mensualmente representan un aproximado de 70 horas improductivas reduciendo considerablemente el nivel de producción mensual. Todos estos problemas anteriormente mencionados afectan la productividad del área teniendo un indicador promedio de 9 pallets/h.op. considera por debajo de la requerida (13 pallets/h.op.) para poder abastecer completamente a las 8 líneas de producción en funcionamiento las cuales producen un total de 1 300 bobinas de plástico de diferentes tipos (PET, PE y PP) en promedio diariamente, necesitando de 1 pallet por cada 2 bobinas, esto debido a que al ser material plástico para alimentos este no puede tener contacto con el suelo en ningún momento, y de acuerdo a la normativa de peso de la empresa para que el producto pueda llegar en óptimas condiciones y siendo variable todos los meses.

De acuerdo con la evidencia descrita se plantea la siguiente interrogante: ¿De qué manera la propuesta de mejora en el área de carpintería puede aumentar la productividad de la empresa Opp Film S. A.? Para dar respuesta a la interrogante planteada se busca proponer la mejora del área de carpintería de la empresa Opp Film S.A para aumentar la productividad. Para lograr esto es necesario cumplir con los objetivos específicos determinados: Diagnosticar la situación del proceso productivo del área de carpintería en la empresa, elaborar la propuesta de mejora del área de carpintería en la empresa y evaluar beneficio – costo de la propuesta de investigación.

En este sentido, en el ámbito práctico, la investigación busca alcanzar resultados con mejores indicadores de producción que puedan aumentar la productividad del área para poder cumplir con el requerimiento diario de la misma. Económicamente, con la mejora propuesta se reduce el costo anual adicional generado por la compra de pallets adicionales al proveedor de madera a un mayor costo causado por el incumplimiento de la capacidad propuesta.

Finalmente, en el ámbito académico contribuye como aporte a futuras investigaciones relacionadas al planteamiento de propuestas de mejora en empresas productivas del sector maderero para aumentar su productividad.

### **Revisión de literatura**

Montalván [1] en su investigación tuvo como objetivo crear una propuesta en la zona de habilitado usando la ingeniería de métodos, buscando aumentar la productividad en la compañía de fabricación de pallets. Utilizó herramientas como: Estudio de tiempos, diagrama de Pareto e Ishikawa; y el DAP. El resultado fue la reducción de las actividades que no incrementan valor en un 16,08 % y una distancia de 10 metros entre estaciones; y tomando en cuenta esa mejora se planteó una planear una producción de 5 600 pallets por semana. Concluyendo que la implementación de las herramientas de ingeniería de métodos consiguió un aumento de la productividad en la empresa.

Rivas y Taipei [2] en su investigación tuvieron como fin perfeccionar la línea de producción de los pallets en la compañía de estudio. Utilizaron el estudio de trabajo realizándolo en todos los elementos (máquinas, operarios y puestos de trabajo) que interviene en el área de producción; los resultados encontrados fueron: reducir notablemente el tiempo de ciclo de la producción de pallets, de 2,1 min a 1,15 min por unidad, con un ahorro del 28,6% de tiempo, concluyendo que a través de la implementación del estudio del trabajo se logró aumentar las ganancias mediante la disminución de costos.

Santillán [3] en su estudio tuvo como finalidad incrementar la eficiencia en una planta productora en la ciudad de Lima que fabrica pallets de madera. Eligió el trabajo estandarizado como mejor herramienta del Lean Manufacturing que se adapta a la investigación realizando una simulación. El resultado fue un incremento del nivel de servicio de 90,28% a 94,25%, teniendo como guía que el ideal para la compañía es 95% y disminuyó de 11,29% a 6,61% los NPC (Productos No Conformes), siendo 5% el meta para la compañía; concluyendo que mediante la implementación del trabajo estandarizado logró un incremento del OEE (Overall Equipment Effectiveness) de 66,56% a 72,94%, aumentando la disponibilidad y capacidad de la planta.

Olivera y Vásquez [4] en su investigación tuvieron como objetivo incrementar la productividad aplicando la ingeniería de métodos en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C especializada en fabricar pallets. Utilizaron herramientas como: Diagrama de Ishikawa, Pareto, el estudio de desplazamientos y tiempos del proceso. El resultado fue un aumento de 1,18 a 1,40 en la productividad; y se obtuvo 1,87 como costo/beneficio. Concluyendo que mediante las herramientas de ingeniería de métodos y un continuo control del programa propuesto lograron una mejora de la productividad.

Aguirre et. Al, [5] en su investigación tuvo como objetivo analizar la situación y plantear sugerencias significativas al proceso en una pyme manufacturera de madera buscando que posteriormente en un plazo determinado se logre un impacto positivo en su productividad. Utilizaron herramientas como: diagrama SIPOC, diagrama Value Stream Mapping (VSM) enfocado en la gestión de procesos, flujograma, DAP, Ishikawa y la manufactura inteligente. Los resultados fueron: la eliminación de desperdicios permitió la reducción de retrasos en la producción de pallets especiales en un 97,8%, un flujo de producción continuo de 90 pallets por día, y la disminución de 1 día en la atención de pedidos de 400 pallets; concluyeron que la ejecución de herramientas Lean incrementan la productividad y por ende una mayor cantidad de pedidos, incrementando en un 20% las ventas.

Novillo y Soria [6] en su investigación busco estandarizar el proceso productivo de la compañía Indupalets la cual fabrica pallets de diseño europeo. Utilizó herramientas como: diagrama de flujo, DOP, DAP, manual de procedimientos de la línea, estudio de tiempos y método SLP. El resultado fue el aumento de fabricación de pallets de 249 a 484 al día, reduciendo el tiempo estándar en 3 minutos y 20 segundos por pallet. Concluyó que la ejecución de la ingeniería de métodos y la medición de trabajo logró resultados favorables para la mejora de la productividad.

Villanueva [7] en su investigación tuvo como objetivo optimizar en la mueblería "ALEXIS" S.R.L el proceso de producción para aumentar la productividad. Utilizó herramientas como: Método SLP y la metodología 5S buscando reducir el desorden en las áreas en su totalidad. El resultado fue la disminución de la separación entre estaciones y el tiempo de elaboración para puertas con contra placa de 25,27% y 6,61% y una disminución de en closets de melamina de 7,57% y 8,94%. Concluyendo que la aplicación de metodologías Lean lograron un aumento de la productividad debido a la reducción de la lejanía entre estaciones y los tiempos en la producción de puertas.

Farroñan [8] en su investigación tuvo como objetivo incrementar la productividad en una compañía fabricante de muebles de sofá para su posterior venta. Utilizó herramientas como:

metodología 5S, balance de línea, estudio de tiempos y métodos. El resultado fue un aumento de la producción en un 30%, disminución en un 21% del tiempo de ciclo teniendo el nuevo valor el cual es 14 min/op.\*día como nuevo cuello de botella. Concluyendo que la implementación de herramientas de la ingeniería de métodos y la técnica lean se logró una mejora en la productividad y un incremento del 10% en la eficiencia económica.

Herrera-Vega *et. al*, [9] en su investigación tuvo como objetivo generar y aplicar acciones que mejoren en la empresa el proceso de fabricación mediante la implementación de herramientas propias de la ingeniería industrial buscando mejorar el uso de recursos y aumentar la productividad. Utilizó las herramientas: 5S y estudio de métodos. El resultado fue un aumento de la productividad 1,56 pallets/h\*op.; a la vez, reducción del transporte en un 35%, las operaciones en un 33% y la distancia que recorren los operarios en un 25%, concluyendo que mediante la estandarización a partir del estudio de métodos y 5S mejora la capacidad instalada y el tiempo promedio de producción.

Velasco [10] en su investigación tuvo como fin incrementar en la empresa Manufacturas y Procesos Integrados EIRL la productividad utilizando la ingeniería de procesos. Utilizó herramientas como: Diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, DOP, DAP y el estudio de tiempos. El resultado fue disminuir las distancias entre estaciones del proceso productivo optimizando los tiempos de operación; la reducción del costo unitario en un 32% y el aumento de la productividad de 8,34 pallet/h\*op. a 11,63 pallet/h\*op. Concluyó que las mejoras implementadas basadas en el diseño de métodos tuvieron un efecto positivo en la empresa incrementando su productividad.

Se define el proceso productivo como un proceso trazado para modificar un conjunto de entradas (elementos) en un grupo específico de salidas (elementos). [11]

La producción es el número de artículos elaborados durante un determinado plazo de tiempo, descrito mediante la fórmula a continuación:  $\text{Producción} = \text{Tiempo base} / \text{Ciclo}$ ; Dónde: Tiempo base (tb): se denota en unidad de tiempo (minutos, horas, días, semana, etc.) y Ciclo (c): conocido también como velocidad de producción y es el tiempo que tarda en salir el producto. [12]

La productividad se define como el nexo entre el rendimiento conseguido del proceso productivo y los recursos usados para alcanzar el mismo. Aumentar la productividad tiene que ser una táctica clave para todos los negocios o empresas, debido a que obtiene posicionamiento, crecimiento e ingresos. [16]

Hay tres formas de aumentar la productividad: Primero, mantener el insumo e incrementar la producción; segundo permanecer con el mismo nivel de producción y disminuir el insumo o

tercero, reducir el insumo e incrementar la producción de manera proporcional y simultánea. [12]

La fórmula de productividad es:  $\text{Productividad} = \frac{\text{Productos o servicios producidos}}{\text{Cantidad de factor utilizado}}$ . [12]

La capacidad diseñada se define como la división entre la proporción que se producirá y el periodo de tiempo que demora en hacerlo. [12]

La capacidad utilizada se define como la división entre la capacidad máxima utilizada y la capacidad conseguida en el proceso o efectiva. [12]

La capacidad ociosa se define como la resta entre la capacidad diseñada y la capacidad efectiva, lo que da como resultado el tiempo de producción que no aporta beneficio adicional o el número de productos que no se está utilizando. [12]

La eficiencia está orientada hacia la indagación de la forma óptima de realizar las tareas (métodos) con el objeto de poder racionalizar de mejorar forma los recursos utilizados. [13]

La eficiencia física es la división del producto terminado (materia prima de salida) entre la materia prima de ingreso (insumos). Esta es menor o igual a 1. [13]

La eficiencia económica es la división entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos. Para obtener un beneficio, está siempre tiene que ser mayor a uno. [13]

El plan de mejora se define como un crecimiento continuo que le posibilita a la empresa ser más competitivos que otras compañías. Ciertas herramientas utilizadas para gestionarlo incluyen medidas preventivas y de corrección. [13]

El estudio de los métodos incluye el estudio sistemático de las operaciones que las producen, su patrón, herramientas e insumos a utilizar y determinar con qué eficacia realizan las tareas que se le asignan. [13]

El estudio del tiempo sirve para establecer el tiempo requerido para que un operario normal, hábil y capacitado, con las adecuadas herramientas, opere a velocidad normal y bajo condiciones estándares de operación. [13]

Dentro de las herramientas de registro y análisis se encuentra:

El diagrama de operaciones de proceso (DOP) el cual se describe como un diagrama general de cómo se van a realizar las operaciones o pasos, teniendo en cuenta solamente todo lo relacionado con las operaciones y pruebas principales. [13]

El DAP es un esquema que representa la ruta de un producto o proceso, e indica todos los eventos a probar con el símbolo adecuado. Es una ilustración de las operaciones en su totalidad

que los humanos o las máquinas realizan en la estación de trabajo, en el cliente o en los materiales. [13]

Un diagrama de recorrido es una representación gráfica de los movimientos que existen en un sitio establecido, desde el principio hasta el final del proceso productivo. [13]

A continuación, se precisan las herramientas de diseño industrial que se utilizarán para implementar las recomendaciones de mejora.

La distribución de planta sirve para crear un proceso productivo que logre producir la cantidad planificada de elementos con una excelente calidad a costo reducido; esta es una integración de una distribución de procesos y de productos. [14]

La planeación sistemática de distribuciones (SLP) es un método cuya finalidad es ubicar zonas con frecuencias cercanas mediante el uso de un diagrama de relaciones entre actividades buscando siempre evaluar una distribución alterna más efectiva y menos costosa. [15]

El método de Guerchet se utiliza con el objetivo de establecer las zonas de una distribución de planta general considerando varios factores determinando así las áreas requeridas en cada sección del espacio disponible. Este método considera la suma del área estática, gravitatoria y evolución. [16]

El tiempo de trabajo estándar es la cantidad de tiempo que lleva completar un trabajo o pieza de trabajo. El criterio del tiempo es una de las informaciones más importantes mediante las cuales se dan respuestas a las siguientes preguntas: Determinación del equilibrio de la línea de montaje. Determinar el rendimiento de los operadores y definir los procesos problemáticos que deben corregirse. [17]

Por lo tanto, es el tiempo que tarda un trabajador instruido y competente, trabajando a un ritmo promedio, para ejecutar una labor en particular. [17]

El siguiente procedimiento para el cálculo del tiempo de referencia se realiza; en primer lugar, el tiempo medio o tiempo de observación (TO) debe calcularse utilizando la media del número total de observaciones que responden parámetros técnicos. Luego, se determina el desempeño de cada operación asignando un factor de juicio, con este dato se calcula el Tiempo Normal (TN). [17]

El factor de calificación utilizado es el sistema Westinghouse en donde se analizan cuatro factores: Consistencia, habilidad, condiciones y esfuerzo. Cada elemento tiene una escala de valores numéricos establecidos en forma de tabular. [17]

Finalmente, utilizando la siguiente fórmula se halla el Tiempo tipo o Tiempo estándar:  $TE = \text{Tiempo básico (TB)} \times \text{Factor de suplemento}$ . Para ello, previamente se tiene que fijar tolerancias

para cada operación, teniendo en consideración las condiciones de operación a las que está sujeto el operador. [17]

Un procedimiento escrito en la estandarización del método de trabajo es fijar una metodología promedio o estándar para realizar algún trabajo. Por ello, es relevante registrar la nueva forma de trabajar con el objetivo de que los empleados lo conozcan y apoyen en la calidad del proceso. [17]

Un balance de línea es una herramienta de para controlar la producción que optimiza los factores o variables que limitan la productividad del proceso buscando igualar la carga laboral entre operarios, identificar y reducir el cuello de botella y reducir el costo de producción del proceso. [17]

El sistema Kanban es un sistema sencillo que se divide en Kanban de producción (que y cuanto se debe producir para el siguiente proceso) y el Kanban de transporte (que y cuanto hay que retirar del proceso anterior. Los contenedores en este sistema deben contener la capacidad necesaria para almacenar la cantidad de piezas suficientes para el procesamiento de todas las partes de los pallets a procesar, siendo las tarjetas las que acompañen a los contenedores. [18]

## **Materiales y métodos**

### *Diagnosticar la situación del proceso productivo del área de carpintería en la empresa*

Se realizó un análisis de las causas de los problemas basados en la observación y análisis documental, con el objetivo de conocer el método actual de la misma y los problemas más comunes que se presentan de forma constante para posteriormente realizar en primer lugar un diagrama de Ishikawa [17]; seguidamente un estudio de tiempos [19] para determinar el tiempo promedio de ciclo. Posteriormente, se realizó el DOP actual y DAP actual [13] para determinar las actividades que aportan y no aportan valor al proceso; y se determinaron los tiempos improductivos totales del proceso. Finalmente, por medio del análisis de los datos conseguidos se calcularon los indicadores de productividad del proceso, y de mano de obra [12], eficiencia de línea y económica [13]; y tiempo muerto [12]. Todos estos datos permitieron conocer las causas y consecuencias de una baja productividad del área.

### *Elaborar la propuesta de mejora del área de carpintería en la empresa*

En la elaboración de la propuesta de mejora después de detectar el problema principal y realizar un análisis del método actual de fabricación se elaboró la propuesta con 3 mejoras en el área de producción de pallets aplicando las herramientas de ingeniería relacionadas a la ingeniería de método escogidas a partir de la elaboración de una matriz de enfrentamiento teniendo en consideración los problemas las causas de la baja productividad; las cuales fueron;

como primera mejora la redistribución de planta [14] con la finalidad de reducir los tiempos de transporte tomando en cuenta método Guerchet [16], y la propia distribución en base al método Systematic Layout Planning (SLP). [15] Posteriormente, como segunda mejora se aplicó la estandarización de métodos [17] de trabajo aplicando el método Westinghouse [17] para estandarizar los tiempos del proceso; y a la vez procedimiento operativos estándar de trabajo en cada estación determinada en base a la ISO 9001. Por último, se realizó un balance de línea utilizando las tarjetas Kanban [18] para facilitar el proceso con el objetivo de igualar en lo factible, los tiempos de los 5 operarios, reduciendo el cuello de botella y así reduciendo los tiempos muertos de operación; a la par, se planteó un nuevo diagrama de procesos y se halló la nueva productividad global y nuevos indicadores del proceso.

#### *Evaluar beneficio – costo de la propuesta de investigación*

Finalmente, se calculó la inversión de las 3 mejoras teniendo en cuenta para la redistribución de planta [14] el costo de implementación, el elemento de transporte, el costo de los materiales para los estantes y el costo de oportunidad por movimiento de máquinas; para el caso de estandarización de tiempos, se costó el desarrollo de la propuesta, las capacitaciones y los EPP's a usar; en el caso del balance de línea y tarjetas Kanban [18] se costó la implementación y capacitación de la propuesta, a su vez el costo por abrir un proceso de selección y el pago anual al nuevo operario en planilla y la inversión e tarjetas Kanban. Posteriormente, se evaluaron los ingresos de la propuesta para realizar el estado de resultado y flujo de caja hallando así el valor actual neto (VAN) [11], la tasa interna de retorno (TIR) [11] y el costo/beneficio de la propuesta de mejora planteada validando si es viable la implementación de la misma.

## **Resultados y discusión**

### *Diagnosticar la situación del proceso productivo del área de carpintería en la empresa*

La empresa Opp Film S.A es parte de Oben Holding Group, un moderno grupo industrial especializado en el desarrollo, fabricación y comercialización de láminas de nylon, polipropileno y poliéster para embalaje flexible; productos de polipropileno termoformados de la región de Lima. A la vez, la empresa cuenta con 12 líneas de producción de acuerdo al tipo de plástico a fabricar las cuales generan como producto final películas plásticas las cuales son fijadas con tableros de madera a los costados y pallets en la base para su transporte seguro en todo el país y para exportación. Esta empresa cuenta con un área de carpintería donde se elabora los pallets para consumo interno en donde existen una serie de problemas. Los cuales son detallados en el Diagrama de Ishikawa (Anexo 1).

### *Recursos del proceso*

#### *Mano de obra*

El área de carpintería tiene 4 operarios en la línea de producción de pallets de madera, los cuales están ubicados en un puesto de trabajo cada uno. La tabla 1 detalla el tiempo de instrucción y tiempo laborando.

**Tabla 1. Características de los operarios**

<b>Estación</b>	<b>Operario</b>	<b>Nivel de instrucción</b>	<b>Tiempo laborando en la empresa</b>
<b>Estación de corte</b>	C.R.	Secundaria completa	10 años
<b>Estación de ensamble</b>	A.P.	Secundaria completa	8 años
<b>Estación de pintado</b>	S.E.	Secundaria completa	3 años
<b>Estación de rotulado</b>	E.R.	Secundaria completa	1 año

Fuente: Opp Film SA

#### *Descripción de actividades actuales por operario en cada estación*

*Estación de Corte:* El operario se encarga de transportar los listones de madera a la máquina de corte, después de seleccionarlos de acuerdo a la programación diaria. A continuación, realiza el corte de los listones de madera de acuerdo al requerimiento, le realiza una inspección. Sin embargo, al ser la programación no tan exacta siempre hay cortes de madera adicionales, finalmente realiza el clavado de los puentes seleccionando los tacos y piezas de madera necesarios. Posee experiencia empírica considerándose experto, pero, no es calificado.

*Estación de ensamble:* Transporta los puentes una vez cortados hacia su estación de trabajo, y realiza el ensamble del pallet usando una clavadora neumática y la ayuda de topes de madera para las medidas requeridas, posteriormente realiza la inspección de encuadre, lija la madera con una lijadora manual y la inspecciona por última vez. De igual forma, posee experiencia por los años de trabajo ensamblando pallets, más no es especialista.

*Estación de pintado:* Transporta los pallets ensamblados a la zona de pintado, para posteriormente ser pintados (esquinas) de acuerdo a su posterior uso de transporte (nacional: naranja, internacional: azul). Se considera experto por los años de trabajo, sin embargo, no es especialista.

*Estación de rotulado:* Transporta los pallets pintados y ensamblados al área de rotulado donde rotula de acuerdo a su categoría, colocando el sello de SENASA de acuerdo al código

que posee la empresa, para finalmente ser transportada al almacén de producto terminado para ser usados en las líneas productivas.

#### *Análisis del diseño de trabajo*

Para ello, se efectuarán las siguientes etapas:

*Estudio de métodos:* Se identifican los procesos que se deben realizar para la producción de un pallet analizando cada una de ellas; abarcando ciertas actividades denominadas: operación, inspección, demoras, transporte y almacenamiento.

*Estudio de tiempos:* Posterior a la identificación de los procesos realizados para la fabricación del pallet se hace la medición de los tiempos de trabajo, identificando el tiempo promedio que se toma un operario bajo condiciones normales para realizar cada actividad.

#### *Tiempo actual del proceso*

#### *Estudio de tiempos*

Se registraron 6 muestras de ciclos contemplados en distintas horas de trabajo de los operadores, teniendo como base una muestra previa de tiempos del proceso de producción que determinó esa cantidad en base al tiempo total del proceso (Anexo 6). La tabla 2 muestra los tiempos recolectados en cada una de las muestras realizadas.

**Tabla 2. Muestra de ciclos observados del proceso de producción de pallets**

PROCESO	ACTIVIDADES DEL PROCESO	Ciclo observado (min)						Sumatoria (min)	Tiempo prom  (TP)
		1	2	3	4	5	6		
CORTE Y CLAVADO	TRANSPORTE DE LISTONES DE MADERA	0,26	0,27	0,28	0,28	0,26	0,27	1,62	0,27
	CORTE DE LISTONES DE MADERA	0,19	0,20	0,20	0,21	0,19	0,21	1,2	0,20
	INSPECCIÓN DE PIEZAS CORTADAS	0,09	0,10	0,11	0,10	0,09	0,11	0,6	0,10
	CORTE DE MADERA ADICIONAL	0,15	0,14	0,16	0,16	0,15	0,14	0,9	0,15
	ESPERA DE MADERA ADICIONAL	0,10	0,11	0,10	0,09	0,09	0,11	0,6	0,10
	SELECCIÓN DE TACOS	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,05	0,30	0,05
	SELECCIÓN DE PIEZAS DE MADERA	0,06	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,3	0,05
	CLAVADO	0,09	0,10	0,11	0,11	0,10	0,09	0,6	0,10
	INSPECCIÓN DE PUENTE	0,08	0,09	0,07	0,08	0,08	0,08	0,48	0,08
	TRANSPORTE DE PIEZAS CORTADAS A ENSAMBLE	0,26	0,25	0,25	0,24	0,26	0,24	1,5	0,25
ENSAMBLE	ENSAMBLAJE	1,32	1,31	1,29	1,29	1,29	1,30	7,8	1,17
	INSPECCIÓN DE PIEZA ENSAMBLADA	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05	0,06	0,36	0,06
	LIJADO	0,15	0,16	0,15	0,16	0,18	0,16	0,96	0,16
	INSPECCIÓN DE PIEZA LIJADA	0,10	0,10	0,09	0,11	0,11	0,09	0,6	0,10
	TRANSPORTE DE PALLET A ZONA DE PINTADO	0,19	0,20	0,21	0,20	0,20	0,20	1,2	0,20
PINTADO	PINTADO DEL PALLET	0,31	0,33	0,32	0,32	0,31	0,33	1,92	0,32
	TRANSPORTE DE PALLET PINTADO	0,21	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	1,2	0,20
ROTULADO	ROTULADO DEL CÓDIGO	0,37	0,38	0,38	0,4	0,39	0,38	2,28	0,38
	TRANSPORTE A ALMACÉN DE PT	0,11	0,09	0,1	0,1	0,11	0,09	0,6	0,18
<b>TOTAL</b>		<b>3,78</b>	<b>3,83</b>	<b>3,80</b>	<b>3,79</b>	<b>3,81</b>	<b>3,80</b>	<b>25,02</b>	<b>4,12</b>

Fuente: Opp Film SA

Según los tiempos registrados en la tabla 2, el tiempo promedio total del proceso es de 4,12 min por pallet. Los tiempos hallados por la muestra están dentro del rango establecido en el anexo 6, siendo superior de aproximadamente 4 min el tiempo de proceso, corroborando así que son primordiales la medición hecha de los 6 ciclos para el estudio en cuestión.

### Descripción del proceso de producción del área de carpintería

El sistema de producción que posee el área de carpintería Opp Film SA es bajo pedido, ya que la producción se realiza bajo un pedido diario de acuerdo a la producción interna de bobinas de plástico de la empresa en las líneas que se encuentren disponibles. Mediante la elaboración de un Diagrama de Operaciones (DOP) y DAP en cual se puede ver en el anexo 2 y 3 se identificaron las actividades que aportan al producto un valor y las que no. A partir de dicho DOP se evidencia un cuadro resumen del mismo en la tabla 3.

**Tabla 3. Resumen de diagrama de operaciones actual**

Símbolo	Actividad	Cantidad
○	Operación	8
□	Inspección	3
◻	Combinada	1
➡	Transporte	1
D	Espera	1
▽	Almacenamiento	1
TOTAL		15

**Fuente: Opp Film SA**

A partir de la tabla 3, se contabiliza un total de 8 operaciones de valor, 3 de inspección y 1 combinada. Las tareas que no aportan al producto un valor son: las de transporte de puentes a la operación de ensamble, 2 operaciones adicionales al proceso (corte de madera adicional y lijado) las cuales son generadas por fallas en el proceso, 1 espera de madera adicional; además de tener 1 actividad de almacenamiento propio del proceso.

De acuerdo al DAP del anexo 3, se evidencia en la tabla 4 presentada el resumen de las actividades de todo el proceso productivo de pallets de madera, donde se realizan 97,6%

actividades que generan valor, y 2,4% de actividades que no agregan valor al producto como lo son: 1 espera; sin embargo, se debe tener en cuenta que dentro del procedimiento existen 2 operaciones adicionales que son generadas por fallos en el proceso de producción (lijado y corte de madera adicional) los cuales en la propuesta serán retirados; a la par; al retirarse estas 2 operaciones, se retiran 2 inspecciones generadas por estas operaciones.

**Tabla 4. Resumen de cursograma analítico del proceso actual**

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (MIN)	%TOTAL	
			A. Productivas	A. Improductivas
Operaciones	9	2,58	62,6%	
Transporte	5	1,10	26,7%	
Inspección	4	0,34	8,3%	
Esperas	1	0,10		2,4%
Almacenamiento	1	0,00		0,0%
<b>TOTAL</b>		4,12	97,6%	2,4%

**Fuente: Opp Film SA**

El anexo 4 muestra el diagrama de recorrido de procesos actual en la producción de pallets, con respecto a los datos tomados y mostrados en el diagrama de análisis de operaciones anterior.

#### *Análisis de la productividad*

Tomando como referencia que la empresa fabrica pallets de martes a sábado (20 días al mes) durante 1 turno de 12 horas, de los cuales solo 10 horas son de tiempo productivo, 1 hora de almuerzo, 30 minutos de charla de inicio y 30 minutos de orden y limpieza al finalizar el turno. Y utilizando la fórmula de productividad de Beltrán (Anexo 4) se tiene que:

**Tabla 5. Productividad del área de carpintería de abril 2021 – marzo 2022**

MES	Producción Requerida	Producción Real	Déficit	Productividad Real	Productividad Requerida
Abril	13 000	7 101	5 899	8,88	13
Mayo	13 000	7 099	5 901	8,87	13
Junio	13 000	7 098	5 902	8,87	13
Julio	13 000	7 100	5 900	8,88	13
Agosto	13 000	7 102	5 898	8,88	13
Sept	13 000	7 098	5 902	8,87	13
Oct	13 000	7 103	5 897	8,88	13
Nov	13 000	7 098	5 902	8,87	13
Dic	13 000	7 097	5 903	8,87	13
Enero	13 000	7 104	5 896	8,88	13
Febrero	13 000	7 101	5 899	8,88	13
Marzo	13 000	7 098	5 902	8,87	13
PROM	13 000	7 100	5 900	8,87	13

**Fuente: Opp Film SA**

La tabla 5 una productividad aproximada de 9 pallets/h\*op., considerada baja al promedio debido a que la empresa requiere la capacidad de producir 13 pallets/ h\*op., habiendo una diferencia aproximada de 4 pallets/ h\*op. que no se fabrican lo en líneas generales representa el 68,23% de la productividad requerida.

A continuación, se evidencian los factores que causan en la empresa una baja productividad:

**Tabla 6. Tiempos improductivos por mes del proceso de fabricación**

T. IMPRODUCTIVOS	Acum. Total	
	Tiempo (h/mes)	Distrib. (%)
Distribución inadecuada	30	44,99%
Lijado (operación adicional)	18,93	28,39%
Corte de madera (Fuera de programación)	17,75	26,62%
<b>TOTAL</b>	<b>66,68</b>	<b>100%</b>

**Fuente: Elaboración propia**

De acuerdo con la tabla 6 la cual tiene como base los valores hallados en el estudio de tiempos (tabla 2) se toma en cuenta la producción diaria promedio por los 20 días de producción en un mes laborable teniendo que la distribución inadecuada en el área de producción generado espacio insuficiente debido a la ausencia de espacios establecidos o determinados para la materia prima, insumos y desperdicios de la producción se genera una lento e inadecuado proceso productivo de pallets que generan a su vez. tiempos de transporte más largos ocasionando así que hallan 30 horas de tiempo improductivo al mes siendo el tiempo más largo ocupando el 44,99% del total.

A la vez, al no existir un instructivo de operaciones estándar se genera tiempos improductivos por operaciones adicionales generadas por errores de mal procedimiento de la operación previa del proceso como es el lijado y la de un corte de madera adicional que se realiza fuera de la programación establecida lo que representan 18,93 y 17,75 horas al mes respectivamente, lo que sumado representa el 55,01% de los tiempos improductivos hallados en el proceso de fabricación.

### **Impacto Económico Total**

Al no cumplir con la capacidad propuesta para abastecer a todas las líneas se debe comprar los pallets restantes al proveedor de madera de la empresa.

Proveedor: Maderera Andina -Precio de pallet: S/. 15,00

Producción interna – Costo de producción: S/ 10,00

De acuerdo con el anexo 5 se tiene un costo anual del área de S/ 1 914 005,00 por concepto de costo de fabricación interna y compra del déficit de producción; siendo el costo ideal del área por producir 7100 pallets al mes en promedio es S/ 1 560 000,00 teniendo una pérdida económica anual de S/ 354 005,00.

### **Indicadores Actuales del Proceso**

#### ***Producción***

Se tomó como tiempo base 600 min diarios que corresponde a los minutos disponibles al día para la fabricación. El tiempo de ciclo es el máximo tiempo que tarda la estación de ensamble siendo este el cuello de botella.

Ciclo de producción de pallets= 1,69 min/unidad

Tomando en cuenta el tiempo de ciclo de los pallets, se calculó la producción teórica diaria considerando que en ensamblado es 1 operario:

*Producción teórica de pallets = 355 pallets/día*

Estos valores reflejan que el área de carpintería de Opp Film SA produce 355 pallets por día, en su horario normal laboral con el método actual de producción de pallets (Jumbo y Estándar)

#### ***Productividad Total***

Tomando como referencia el tiempo de producción de la empresa ya antes mencionado de 10 horas, 20 días al mes y la fórmula de productividad de Beltrán [19] se tiene que:

$$\mathbf{Productividad} = 8,87 \frac{\mathit{unidad}}{\mathit{op} * \mathit{h}}$$

Tomando en cuenta los 4 operarios y producción actual diaria se tiene que la productividad de 8,87 pallets por operario por hora siendo la requerida de 13 pallets por operario por hora, evidenciando una baja productividad con respecto a la requerida de acuerdo a la capacidad establecida.

### ***Productividad de mano de obra***

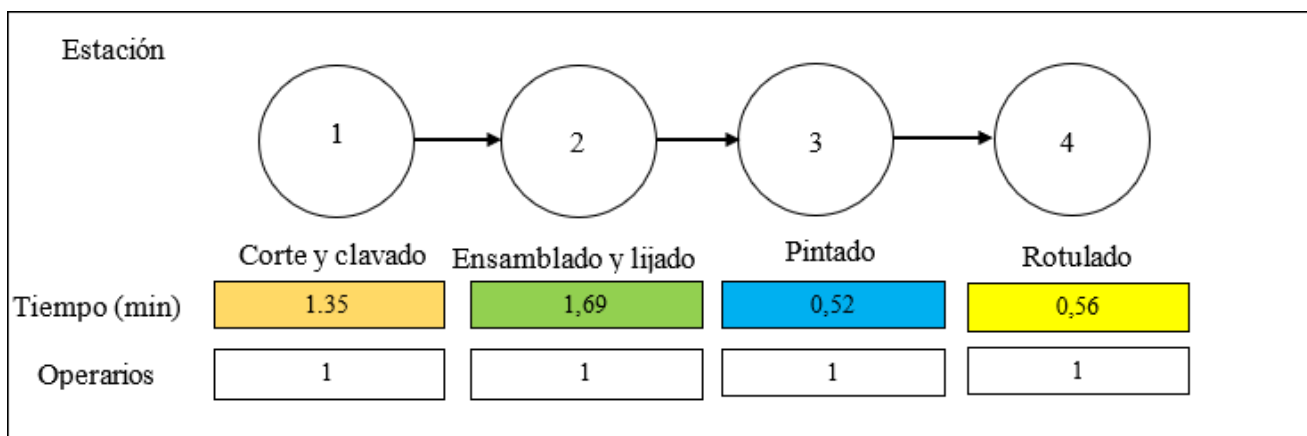
Teniendo en cuenta los 4 operadores que participan en la producción de los pallets de madera con respecto al valor obtenido de producción teórica se obtiene la productividad de mano de obra.

Donde:

$$\text{Productividad de M.O. de pallets} = 88,75 \frac{\text{unidad}}{\text{día}} * \text{operario}$$

### ***Eficiencia de línea***

De acuerdo a la figura 1, se presenta el balance de línea actual en base a las estaciones y operadores existentes de los pallets de madera y la sumatorio de tiempos tomados anteriormente.



**Figura 1. Balance de línea actual**  
Fuente: Opp Film SA

En base a la gráfica anterior, la estación de ensamble es el cuello de botella de la producción, teniendo un tiempo de 1,69 min, debido a que la estación solo cuenta con un trabajador, Por ende, la eficiencia de línea actual es:

*Eficiencia de línea del proceso de pallets = 60,95%*

### *Tiempos muertos*

Debido a que la eficiencia de línea actual es baja, se calculan los tiempos muertos multiplicando el número de estaciones por el cuello de botella restándole el tiempo de ciclo total, representando entonces:

$$\text{Tiempo muerto} = 2,64 \text{ min}$$

Como resultado general de los valores hallados se tiene el siguiente cuadro resumen de los datos recopilados.

**Tabla 7. Cuadro resumen de indicadores de proceso actual**

<b>INDICADOR</b>	<b>Pallets (Jumbo y Estándar)</b>
<b>Tiempo promedio del proceso (min)</b>	4,12
<b>Tiempo de ciclo (min)</b>	1,69
<b>Producción</b>	355
<b>Productividad total</b>	8,87 unid/h.op.
<b>Productividad de mano de obra (unid. /día. Operario)</b>	88,75
<b>Eficiencia de línea</b>	60,95%
<b>Tiempo muerto</b>	2,64

**Fuente: Opp Film SA**

### *Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas*

#### *Problema principal*

La principal problemática que posee el área de carpintería de la compañía es la baja productividad de su proceso de fabricación de pallets, mostrado un sistema actual desbalanceado y procedimientos que no aportan al producto un valor.

#### *Análisis y evaluación de la información del proceso*

##### *Causas*

El área de carpintería de la empresa Opp Film SA exhibe diferentes problemas en esta con su método de producción actual, lo que genera una baja productividad de la misma.

##### *Falta de estandarización de tiempos*

Como se evidenció en la tabla 5 al con respecto a los pallets, hay alteraciones en sus tiempos del proceso por operaciones adicionales al proceso, debido a que el área no tiene definidos sus tiempos estandarizados, ni con un instructivo de operaciones estándar lo que genera operaciones adicionales que no agregan valor al proceso.

### *Tiempos muertos*

Debido a que existe una diferencia entre los tiempos operativos del proceso, los operadores que no se encuentran en la estación que genera el cuello de botella poseen tiempos muertos para el proceso de producción, El tiempo muerto total generado es de 2,64 min por la producción de cada pallet; generando a su vez un 60,95% como eficiencia de línea.

### *Tiempo de transporte altos*

El proceso de producción de pallets al existir las de distracciones mencionadas anteriormente y otros motivos como desorden en el área de carpintería los operarios incurren en tiempos de transporte altos en promedio del proceso productivo el cual es de 1,10 min para la producción por pallet. El anexo 7 muestra los tiempos de transporte promedio, en resumen,

### *Sobrecarga de actividades en el cuello de botella*

Como se puede evidenciar en el cursograma de la operación de ensamble, y en la descripción de la labor del operario de este proceso, este mismo se encuentra sobresaturado de actividad productivas, sumando un tiempo de operación total de 1,69 min para la producción de un pallet.

### *Elaborar la propuesta de mejora del área de carpintería en la empresa*

Como propuesta de mejora se planteó en primer lugar, la elaboración de una matriz de enfrentamiento tomando en cuenta los antecedentes anteriormente mencionados y las causas de la baja productividad halladas en el diagnóstico para poder elegir las 3 herramientas de ingeniería óptimas para la resolución de las mismas (Anexo 8).

Posterior a la elección, se planteó como primera mejora la redistribución de planta para reducir los tiempos de transporte teniendo como base las instalaciones ya existentes del área y las consideradas en la propuesta de mejora, teniendo en consideración el método Guerchet que brinda los requerimientos de áreas en las estaciones del proceso, y la distribución en si usando el método SLP. En segundo lugar, debido a que el área no cuenta con un tiempo estándar para la fabricación de su producto generando así producción desnivelada mensualmente se propuso estandarizar los tiempos de producción; teniendo en cuenta a la vez, que existen operaciones adicionales fuera del proceso productivo (lijado y corte de madera adicional) las cuales no agregan valor al proceso y se generan por fallos del mismo, de igual forma con las inspecciones posteriores a estas operaciones. Por ende, es importante describir de la mejor forma las tareas que se realizarán en cada estación de trabajo, planteando procedimiento operativos estándar en todas las estaciones bajo la norma ISO 9901. Finalmente, se realiza un balance de línea del

proceso para igualar de la mejor forma los tiempos de operación de los operadores, disminuyendo el cuello de botella y así disminuir los tiempos muertos. Para mejorar a su vez, el flujo del proceso se propone la implementación de tarjetas Kanban. Asimismo, para la propuesta del nuevo balance de línea es necesaria contratar a un nuevo operario en la estación de ensamble ya que existe una sobrecarga en esa estación explicadas anteriormente.

#### *Desarrollo de propuestas en el sistema de producción*

##### *Redistribución de planta*

El método Guerchet ayuda a obtener el área necesaria para la producción de pallets, usando las mediciones de los elementos y máquinas usadas, además de añadir a los nuevos componentes de la propuesta. Los anexos 9, 10, 11 y 12 muestran las de los elementos de las tablas de estimación de las áreas de corte, ensamble, pintado y rotulado. Mostrando entonces en la tabla 8, las superficies totales necesarias.

**Tabla 8. Superficies totales por área según el método Guerchet**

<b>Áreas</b>	<b>Superficie Total (m2)</b>
<b>Área de corte</b>	60,43
<b>Área de ensamble</b>	32,50
<b>Área de pintado</b>	18,96
<b>Área de rotulado</b>	17,91

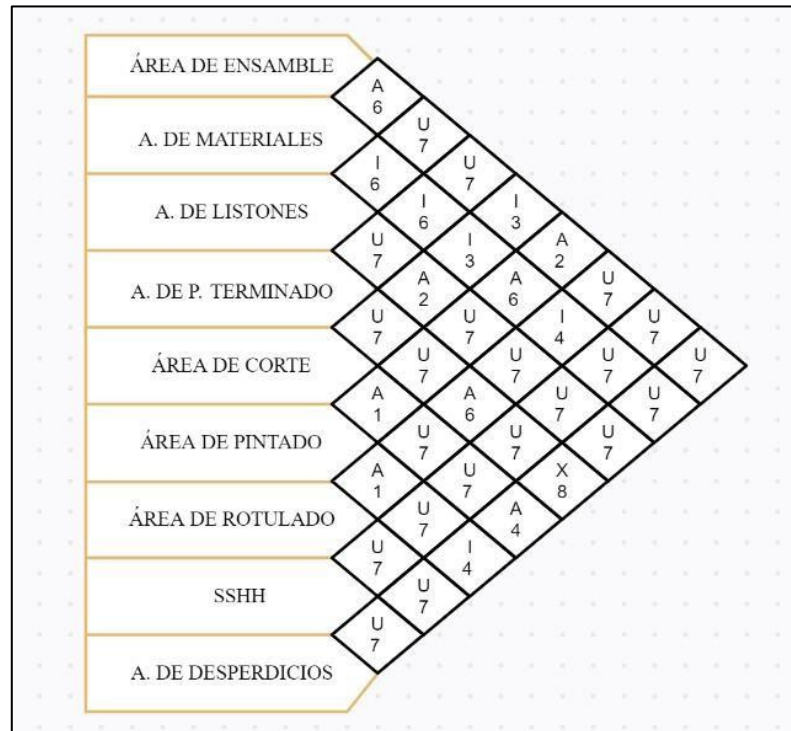
Fuente: Opp Film SA.

Mediante el uso del método SLP se logró determinar la ubicación adecuada de cada componente, que generen menores distancias de recorrido y menor cruce entre actividades. Para esto se realizó el diagrama de relaciones. confrontando a todas las áreas, la cual se puede evidenciar en el anexo 13.

En la figura 2 se evidencia la matriz relacional, donde se muestra la simbología que representa la relevancia de las distancias entre áreas y posteriormente se explica la razón de las ubicaciones de acuerdo al flujo del proceso.

Teniendo en cuenta un total de 9 áreas para la nueva distribución de la carpintería las cuales son: área de ensamble, área de corte, área de pintado, área de rotulado y área de producto terminado como áreas operativas; los almacenes de materiales y listones de madera; un área de desperdicios de producción y, por último, los servicios higiénicos para los operarios del área.

A su vez, se debe establecer un posterior diagrama de relaciones justificando las relaciones propuestas de las 9 áreas establecidas en cuestión, desde las operativas, almacenes y servicios higiénicos.



**Figura 2. Matriz relacional**

**Fuente: Opp Film SA**

El flujo del proceso sustenta la presentación de estos valores, debido a que el proceso inicia desde el transporte de materia prima (listones de madera) al área de cortado; por ende, se necesita que estas dos áreas se encuentran a distancia cercana, para posteriormente, pasar al proceso del ensamble, por consiguiente, deben encontrarse cercana, de la misma manera, con la etapa final.

Se realizó, además, el diagrama de relaciones entre las distintas actividades del proceso productivo de producto estudiado en el área de carpintería de Opp Film SA, el cual se puede evidenciar en el anexo 14.

El diagrama de relaciones propuesto se elaboró en base a los siguientes criterios:

Cercanía del almacén de listones de madera (M.P) con la máquina cortadora.

Teniendo en cuenta el flujo del proceso de producción de los pallets, la máquina cortadora debe hallarse a una corta distancia de la mesa de ensamble.

El área de pintado debe encontrarse cercana al área de ensamble debido a que es el proceso que continua.

El área de rotulado debe encontrarse adyacente al área de pintado debido a que esta área recibe los pallets ensamblados y pintados para ser rotulados.

El almacén de insumos del proceso debe hallarse disponible para las áreas de corte, pintado y rotulado. Teniendo principal consideración con el área de pintado.

El almacén de desperdicios debe encontrarse a una distancia cercana al área de corte debido a que es el proceso que genera mayor cantidad de estos.

Teniendo en cuenta todo se eso le elabora la nueva redistribución de planta la cual se evidencia en el anexo 15.

Teniendo en cuenta la nueva distribución del área y el uso de las herramientas de transporte propuesta (transpaletas), se reducen los tiempos de transporte del actual proceso debido a que los trabajadores no deberán regresar constantemente por las piezas cortadas o cargar los pallets ensamblados.

Mediante un cálculo de regla de 3 simple, se obtuvieron los nuevos tiempos de transporte en base a las distancias nuevas, evidenciadas en la tabla 9.

**Tabla 9. Tiempos de transporte de la propuesta**

Transporte	Distancia (m)	Tiempo (s)	Tiempo (min)
Transporte de listones de madera	3,5	10	0,17
Transporte de piezas cortadas a ensamble	1	6	0,10
Transporte de pallet a zona de pintado	1	5	0,08
Transporte de pallet pintado a zona de rotulado	1	6	0,10
Transporte a almacén de PT	4,5	10	0,17

**Fuente: Elaboración Propia**

Para la delimitación de las zonas que poseen materiales que se pueden mover (transpaletas), se propone el uso de una cinta reflectiva blanca (anexo 16) y para delimitar las celdas de trabajo se propone el uso de una cinta reflectiva amarilla. (anexo 17).

Con la nueva distribución de planta se logra reducir el tiempo de transporte actual de 1,10 min/pallet a 0,62 min/pallet logrando una mejora del 43% con la nueva distribución de planta.

### *Estandarización del método de trabajo*

#### *Procedimientos operativos estándar*

Con el objetivo de estandarizar el método de trabajo, se propone la implementación de Procedimientos Operativos Estándar que tiene que seguir el operador en cada estación de trabajo, indicando las subactividades que debe realizar para completar la operación. Los procedimientos tienen como base la estructura que dicta la norma ISO 9001.

*Proceso de corte:* Las medidas de corte deben ser actualizadas según las especificaciones solicitadas por la empresa. Los procedimientos incluyen también los formatos que deben tener a la mano, que deben ser entregado por el coordinar de área para que la operación se haga de la mejor forma. Detallado en el anexo 18.

*Proceso de ensamble:* El procedimiento operativo estándar de trabajo para pallets jumbo y estándar que son objetos de estudio en la estación de trabajo de ensamble explicados en los siguientes documentos explican el proceso desde la recepción del material de la estación de corte hasta su salida a la estación de pintado. Detallado en el anexo 19.

*Proceso de pintado:* El procedimiento operativo estándar de trabajo para pallets jumbo y estándar que son objetos de estudio en la estación de trabajo de pintado explicados en los siguientes documentos explican el proceso desde la recepción del pallet ensamblado de la estación de ensamble hasta su salida a la estación de rotulado. Detallado en el anexo 20.

*Proceso de rotulado:* El procedimiento operativo estándar de trabajo para pallets jumbo y estándar que son objetos de estudio en la estación de trabajo de pintado explicados en los siguientes documentos explican el proceso desde la recepción del pallet ensamblado y pintado de la estación de pintado hasta su salida al almacén de producto terminado. Detallado en el anexo 21.

#### *Estandarización de tiempo de producción*

Después de establecer y analizar las actividades en los procedimientos del proceso productivo de los pallets en estudio, es necesario definir el tiempo estándar del proceso. Para esto, se consideraron las actividades que generan valor al producto final, diagnosticadas en la tabla 3, con respecto al tiempo promedio, sacando las operaciones de corte adicional de madera debido a que con los nuevos procedimientos ya no habría dichos errores, y el lijado de la misma, procedimiento que no agrega valor al proceso ya que los listones de madera comprados ya vienen lijados. En el caso de los las inspecciones, al retirarse estas operaciones, se retiran las

inspecciones que les siguen debido a que ya no existiría la necesidad de realizar dicho procedimiento.

En primer lugar, se calcula el tiempo normal el cual se halla mediante la multiplicación del factor de desempeño, el cual se detalla en el anexo 22.

$$\text{Tiempo normal} = 3,35 \text{ min/ pallet.}$$

Posterior al cálculo del tiempo normal en minutos se halló el tiempo estándar de las operaciones del proceso productivo añadiéndole los tiempos por los factores de suplementos propios del proceso. El cual se detalla en el anexo 23.

$$\text{Tiempo estándar} = 3,89 \text{ min/pallet}$$

Con la estandarización de tiempos y método de trabajo, usando procedimientos operativos estándar bajo la ISO 9001 y estudio de tiempos se lograron eliminar las actividades que no generaban valor al proceso como lo son: lijado, corte adicional, inspecciones adicionales (de pieza lijada y de madera cortada) y el tiempo de espera generado por la operación adicional de corte mencionada anteriormente.

*Balance de línea*

*Asignación de actividades*

Posteriormente a la obtención de los tiempos estandarizados del proceso, se realiza el balance de línea, siendo primordial establecer la responsabilidad de cada operario en las estaciones, agrupando de forma que cada uno realice sus actividades independientemente; teniendo en cuenta que la operación de ensamble como tal se realizará entre 2 trabajadores para poder disminuir el cuello de botella que se encuentra en esta estación, proponiendo la asignación de un nuevo operario a la misma.

Se presenta la nueva asignación de operarios a continuación en la tabla 10.

**Tabla 10. Asignación de operarios por actividad para la producción de pallets**

ACTIVIDAD	Tiempo de operación	Tiempo por operario	Nº Operarios	
Corte de listones de madera	0,93	0,93	1	
Ensamble de pallets	1,72	Ensamble 1/ Inspección	0,85	1
		Ensamble 2 / Transporte	0,87	1
Pintado de pallets	0,54	0,54	1	
Rotulado y almacenamiento	0,70	0,70	1	

Fuente: Opp Film SA

El operario nuevo trabajará en base al tiempo estándar hallado anteriormente, con respecto al ensamble. Cabe resaltar que el ensamble de pallets entre 2 operarios disminuye el cuello de

botella. Donde para reducir carga laboral ambos ensamblarán el pallet, y uno realizará la inspección; dejando al otro libre para realizar el transporte inmediato.

Con respecto a la asignación de actividades al nuevo operario en la el balance de línea propuesto se muestra en el anexo 24. Con el nuevo balance se obtuvo la nueva eficiencia de línea del proceso.

$$\text{Eficiencia de línea del proceso de pallets} = \frac{(0,93 \text{ min} + 0,87 \text{ min} + 0,54 \text{ min} + 0,70 \text{ min})}{4 * 0,93 \text{ min}} \times 100 = 81,45\%$$

Con la implementación del nuevo operario se logra aumentar la eficiencia de línea en un 20,55% y a su vez, se reduce el tiempo de ciclo del proceso a 0,93 min/pallet.

#### *Aplicación de tarjetas Kanban*

Para un mejor flujo de producción se realiza la implementación de tarjetas Kanban tomando en cuenta los tiempos unitarios precedentes (TU) y un factor de seguridad (FS). En la tabla 11 se resume el número de Kanban total en el proceso de producción de los pallets.

**Tabla 11. Número de Kanban de los pallets**

<b>ESTACIONES</b>	<b>T.U. (días)</b>	<b>Kanban</b>	<b>F.S.</b>	<b>Total Decimal</b>	<b>Total Entero</b>
<b>Corte a ensamble</b>	0,002	1,30	0,77	2,07	3
<b>Ensamble a pintado</b>	0,0014	0,91	1,10	2,00	2
<b>Pintado a rotulado</b>	0,0009	0,59	1,71	2,30	3

**Fuente: Elaboración Propia**

Para culminar con la propuesta, se diseñaron las tarjetas Kanban para las estaciones que lo necesiten, habiendo sido elaboradas 3 tarjetas en total, en los anexos 25, 26 y 27 muestran las tarjetas Kanban de los procesos de: corte, ensamblado y pintado.

Finalmente, es primordial capacitar a los operadores sobre el uso de esta herramienta, teniendo en cuenta que:

Al terminar cada turno de producción, todas las tarjetas generadas deben contarse y posteriormente se comparadas con la producción total diaria.

El supervisor del área debe estar en constante revisión del uso de la herramienta en cuestión para que no exista problemas posteriores al contabilizar.

Se debe comprobar siempre que las tarjetas Kanban se encuentren en buen estado previo uso, en adición, para un mejor almacenamiento se recomienda la creación de un tarjetero.

Finalmente, el anexo 28 muestra el diagrama de operaciones propuesto de la producción de pallets en estudio, evidenciando la eliminación de las actividades generadas por errores del proceso sin la propuesta logrando así optimizar el mismo reduciendo tiempo de ciclo y aumentando la productividad.

### *Nuevos indicadores de proceso*

#### *Producción*

Se tomó nuevamente como tiempo base los 600 min diarios siendo estos los minutos que se tiene disponibles. Se tomó el nuevo tiempo de ciclo calculado en base al nuevo balance de línea (Anexo 24) con los nuevos tiempos estandarizados de la propuesta. Donde:

$$\text{Ciclo de producción de pallets} = 0,93 \text{ minutos/unidad}$$

Tomando el tiempo de ciclo de los pallets, se halló la nueva producción teórica diaria considerando que en ensamblado son 2 operarios:

$$\text{Producción teórica de pallets} = \frac{600 \text{ min}}{0,93 \text{ min}} = 645,16 \text{ pallets/día}$$

Estos valores reflejan que el área de carpintería de Opp Film SA producirá 645,16 pallets por día, en sus horas normales de trabajo con el método de fabricación propuesto para los pallets Jumbo y Estándar.

#### *Productividad Total*

Tomando como referencia el tiempo de producción de la empresa ya antes mencionado de 10 horas, 20 días al mes y la fórmula de productividad del anexo 4 se tiene:

$$\text{Productividad} = \frac{12903,2 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}}}{5 \text{ operarios} * 10 \frac{\text{horas}}{1 \text{ día}} * 20 \frac{\text{días}}{1 \text{ mes}}} = 12,9$$

Tomando en cuenta los 5 operarios y la nueva producción diaria se tiene que la productividad de 12,9 pallets por operario en un mes siendo la requerida de 13, representando entonces el 99,23% evidenciando un aumento de la productividad con la propuesta de mejora.

### *Productividad de mano de obra*

La productividad de la mano de obra se calculó teniendo como dato a los 5 trabajadores.

$$\text{Productividad de M.O. de pallets} = \frac{645.16 \frac{\text{Unidad}}{\text{día}}}{5 \text{ operarios}} = 129,03 \frac{\text{unidad}}{\text{día}} * \text{operario}$$

### *Eficiencia económica*

El cálculo de la eficiencia económica al producir pallets para consumo interno sería la división entre los pallets de la producción teórica estándar actual posible entre los producidos anteriormente de la empresa. Cabe mencionar que el costo de la producción del pallet en el área de carpintería es de 10 soles.

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{645 * 10}{355 * 10} = 1,82$$

### *Eficiencia de la línea*

Con el nuevo balance propuesto, y teniendo en cuenta el operario adicional en el proceso, se evidencia la nueva eficiencia promedio y estándar.

$$\text{Eficiencia de línea promedio del proceso de pallets} = 82,59\%$$

$$\text{Eficiencia de línea estándar del proceso de pallets} = 81,5\%$$

### *Tiempos muertos*

Con el nuevo balance de línea, en las 3 estaciones que no son cuello de botella del proceso reducen sus tiempos muertos, como se evidencia a continuación:

$$\text{Tiempo muerto} = 0,37 \text{ min}$$

### *Resumen de comparación de indicadores*

En la siguiente tabla 12 se muestran los indicadores de la situación actual y con la implementación de la propuesta resumidos.

**Tabla 12. Comparación de indicadores**

INDICADOR	ACTUAL	PROPUESTO	% VARIACIÓN
Tiempo promedio del proceso (min)	4,12	3,89	6%
Tiempo de ciclo (min)	1,69	0,93	44%
Producción (unidad)	355	646	44%
Productividad Total (pallet/h*operario)	8,87	12,9	30%
Productividad de mano de obra (pallet/día*operario)	88,75	129,03	30%
Eficiencia de línea	60,95%	81,50%	25%
Tiempo muerto (min)	2,64	0,37	86%

Fuente: Elaboración Propia

#### *Análisis costo-beneficio de la propuesta*

En esta sección de la investigación, se efectuaron cálculos específicamente enfocados en la propuesta de mejorar el área y en los resultados económicos que se obtendrían al implementarla.

Dentro de los costos de la propuesta con las 3 mejoras se encuentran egresos por construcción de estantes, compra de transpaletas, cintas reflectivas, EPP's, capacitaciones, tarjetas Kanban y los generados por el estudio, considerando también el pago anual del nuevo operario; asimismo se consideran los ingresos no percibidos por costo de oportunidad por movimiento de máquinas ya que el proyecto de redistribución tomará 10 días en realizarse; igualmente se tuvieron en cuenta los gastos administrativos generados en la realización del proyecto: Internet, luz, impresiones, pasajes, etc. (Anexo 29, 30 y 31)

En el caso de un producto destinado al consumo interno, no hay un beneficio económico directo en términos de ganancias obtenidas por su venta en el mercado. En su lugar, el enfoque se centra en evaluar los ahorros o beneficios generados por el uso interno del producto. Por ende, teniendo en cuenta que la producción nueva establece que los de los 295 pallets que anteriormente se compraban 290 ahora se producirán, se tiene que el beneficio anual será de S/ 150 208,00 al año.

En la siguiente tabla 13 se presenta el estado de resultado del proyecto, donde se encuentran los ingresos, costos operativos (mantenimiento, capacitaciones, señalizaciones) y gastos administrativos (GAV); además, se muestra la utilidad generada con y sin impuesto del 30% (SUNAT); este se hace durante los primeros 5 años teniendo una proyección de crecimiento de 1,2% [20] al encontrarse dentro del sector de madera aserrada y tener una producción variable.

**Tabla 13. Estado de resultados del proyecto**

<b>Estado de resultados</b>						
<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ingresos		S/150,208.00	S/152,010.50	S/153,834.62	S/155,680.64	S/157,548.81
costos operativos		S/21,001.80	S/21,253.82	S/21,508.87	S/21,766.97	S/22,028.18
depreciación		S/106.00	S/106.00	S/106.00	S/106.00	S/106.00
GAV		S/1,860.00	S/1,860.00	S/1,860.00	S/1,860.00	S/1,860.00
<b>Utilidad antes de impuestos</b>		<b>S/127,240.20</b>	<b>S/128,790.67</b>	<b>S/130,359.75</b>	<b>S/131,947.66</b>	<b>S/133,554.63</b>
Impuestos (30%)		S/38,172.06	S/38,637.20	S/39,107.93	S/39,584.30	S/40,066.39
<b>Utilidad después de impuestos</b>		<b>S/89,068.14</b>	<b>S/90,153.47</b>	<b>S/91,251.83</b>	<b>S/92,363.36</b>	<b>S/93,488.24</b>
<b>Flujo de caja</b>						
<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Utilidad después de impuestos		S/89,068.14	S/90,153.47	S/91,251.83	S/92,363.36	S/93,488.24
depreciación		S/106.00	S/106.00	S/106.00	S/106.00	S/106.00
<b>Inversión</b>	<b>S/109,633.55</b>					
<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>FNE</b>	<b>-S/109,633.55</b>	<b>S/89,174.14</b>	<b>S/90,259.47</b>	<b>S/91,357.83</b>	<b>S/92,469.36</b>	<b>S/93,594.24</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

Tomando como referencia a la tabla 33, se calculan los indicadores financieros (VAN y TIR), considerando en este caso para la empresa una tasa mínima de retorno (TMAR) de 16,68% teniendo en cuenta la tasa libre de riesgo el cual es del 8% debido a que el nivel de riesgo se considera como bajo y la inflación promedio del país la cual es de 8,04% [21] que por la crisis económica y política del país actualmente desde hace 2 años de acuerdo ha aumentado, teniendo entonces los siguientes resultados.

$$VAN = S/ 183 748,32$$

$$TIR = 77,7\%$$

Encontrando así un VAN positivo, y un TIR de 77,7% validando la viabilidad del proyecto, para lo cual se calcular el costo-beneficio (B/C) dándonos que implementando la propuesta de cada sol invertido se tienen un ingreso adicional de S/.0,59.

$$\frac{B}{C} = \frac{494\ 040,78}{310\ 292,46} = 1,59$$

### *Discusión*

En la concurrente investigación la productividad hallada es de 8,87 siendo este valor mayor al calculado por Olivera y Vásquez [4] quienes en su diagnóstico hallaron un nivel de 1,18 en una empresa de producción de pallets; la diferencia se debe a que su producción diaria es de 95 pallets por día con 8 operarios; a la par, la eficiencia de línea hallada en la investigación es de 60,95% siendo este valor similar al encontrado por Santillán [3] quien diagnosticó un valor de 66,56%. En adición, el tiempo actual del proceso determinado en la investigación presente es de 4,12 min por unidad, siendo este valor similar al encontrado por Novillo y Soria [6] quienes diagnosticó un valor de 4,25 min por unidad. A su vez, el tiempo de ciclo o cuello de botella evidenciado en el diagnóstico de la investigación es de 1,69 min siendo este inferior al hallado por Rivas y Taipei [2] el cual es de 2,10 minutos por unidad debido a que hay mayor número de actividades en dicha etapa.

En segundo lugar, mediante la propuesta de mejora del área planteada se disminuyó el cuello de botella en un 44,9% pasando de ser de 1,69 a 0,93 min por pallet aplicando diseño del trabajo y un nuevo balance de línea, este valor es superior al hallado por Rivas y Taipei [2] quienes implementando el estudio de métodos y elementos del proceso disminuyeron el tiempo en 28,6% de 2,1 a 1,15 minutos, esto es debido a que cuentan con una mayor cantidad de operaciones que no aportan valor; a su vez, se logró aumentar el nivel de productividad en un 31,03% pasando de 8,87 pallets/h\*op, a 12,9 pallets/h\*op. y una reducción del tiempo de transporte del 43% con la nueva propuesta de distribución de planta; estos valores son ligeramente menores a los hallados por Herrera-Vega [9] quienes implementando el estudio de métodos y 5S, lograron aumentar la productividad en un 40% (7 a 10 pallets/h\*op.) en la empresa, debido a que se contaba con más operadores; además, también hubo una disminución del transporte actual en un 25% siendo este valor inferior al encontrado en la propuesta planteada debido a que no se consideró una redistribución de planta como en la propuesta. Sin embargo, este valor difiere de Velasco [10] quien mediante el estudio de tiempos y elementos del trabajo aumentó la productividad en un 26%, debido a que contaba con recursos limitados en la compañía.

Finalmente, mediante la evaluación del costo/beneficio de la propuesta de investigación se logró encontrar un valor de 1,59 el cual es menor al indicado por Olivera y Vásquez [4] quienes en su artículo de investigación obtuvieron un beneficio/costo de 1,87 teniendo un margen de ganancia mayor porque sus costos operativos son menores a los presentados en la propuesta de la empresa de este proyecto. A la par, Farroñan [8] en su investigación logró un valor de 1,40 más bajo al encontrado en la investigación debido a que el margen de ganancia a generar a partir

de la venta de sus productos es menor al ahorro generado por la investigación realizada debido a que son menor cantidad de productos.

## **Conclusiones**

Se realizó el diagnóstico del área de carpintería de la empresa Opp Film SA, encontrando baja productividad en el proceso de fabricación de pallets; ante ello, se planteó una propuesta con 3 mejoras: redistribución de planta, estandarización de procesos y balance de línea la cual permitió incrementar la productividad total de 8,87 a 12,9 unidades/operario\*hora, demostrando así la efectividad de la propuesta.

Se diagnosticó la situación actual de la empresa, determinando que el principal problema era la baja productividad del área de carpintería en el producto de pallets para consumo interno. Las causas que generaban este problema en el área era la falta de estandarización de tiempos, la línea de producción de desbalanceada, transportes excesivos y la sobrecarga de actividades al operario respectivo en la estación cuello de botella, los cuales generan un costo anual que representa un 18,5% del costo actual para la empresa por concepto de pallets.

Se elaboró una propuesta de mejora logrando aumentar la productividad de 8,87 a 12,9 pallets/día\*operario en el área de carpintería proponiendo; en primer lugar, una redistribución de la planta reduciendo los tiempos transportes largos en un 43% mediante la metodología Systematic Layout Planning y Guerchet. En segundo lugar, se propuso una estandarización de tiempos mediante procedimientos operativos estándar retirando las actividades que no generaban valor al proceso y la propia estandarización en base al tiempo promedio de producción logrando una reducción del tiempo de ciclo en un 44% y en un 6% en tiempo promedio del proceso. Por último, se procedió a realizar un balance de líneas, reasignando un operario a la estación cuello de botella logrando mejorar la eficiencia de línea actual en un 45% y reduciendo los tiempos muertos actuales generados por el cuello de botella en un 86%.

Se evaluó el costo/ beneficio de la propuesta con las 3 mejoras establecidas teniendo en cuenta los ingresos de la propuesta y la inversión de la mejora hallando un VAN de S/ 183 748,32, un TIR de 77,7% basado en el premio por riesgo y la inflación actual promedio en el país y un B/C de S/ 1,59, demostrando ser un proyecto viable y favorable para la empresa en estudio.

## Recomendaciones

Realizar una propuesta mediante la herramienta Kaizen que permita involucrar a los operarios en la identificación de oportunidades de mejora y posibles soluciones enfocados en la calidad del producto del área de carpintería.

A los futuros investigadores se recomienda profundizar en el estudio de la baja productividad en diferentes empresas del mismo rubro o similares, con el objetivo de hallar nueva información sobre las variables consideradas en el estudio.

## Referencias

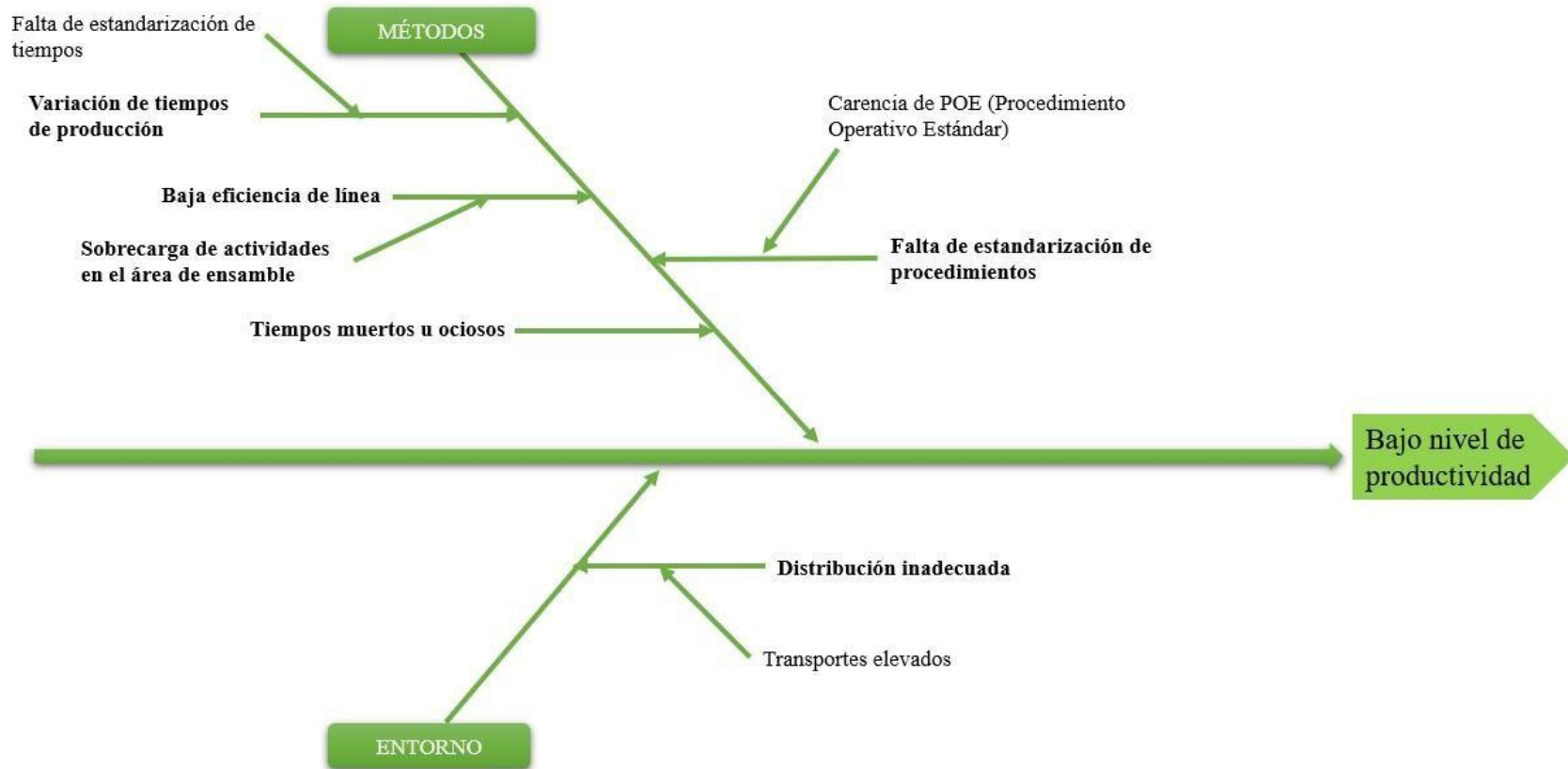
- [1] P. J. Montalvan Bayona, «Propuesta de ingeniería de métodos, en la zona de habilitado para mejorar la productividad en una Empresa de Fabricación de Pallets,» 2021. [En línea]. Available: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87970>. [Último acceso: 20 01 2023].
- [2] L. Taipe Chingo y D. Rivas Sierra , «Mejoramiento de la línea de producción en la fabricación de pallets mediante el estudio de trabajo en Tropical Pallets S.A.,» 15 06 2020. [En línea]. Available: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2419>. [Último acceso: 20 01 2023].
- [3] J. A. W. Santillán Díaz, «Propuesta de mejora en el área de producción en una empresa que fabrica pallets de madera aplicando herramientas de Lean Manufacturing,» 27 02 2020. [En línea]. Available: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651810>. [Último acceso: 4 11 2022].
- [4] R. Olivera Gil y L. H. Vásquez Maldonado, «Plan de mejora de la productividad en la fabricación de pallets mediante la aplicación de la ingeniería de métodos en la empresa maderera Nuevo Perú S.A.C. Chiclayo,» 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8074>. [Último acceso: 11 10 2023].
- [5] A. L. Aguirre Leño, O. Cobos Palacios y A. F. Trelles Veliz, «Diagnóstico y recomendaciones al proceso de producción de pallets especiales en una pyme manufacturera de madera utilizando un Enfoque de Procesos y Lean Manufacturing,» 14 06 2019. [En línea]. Available:

- <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14398>. [Último acceso: 18 10 2022].
- [6] J. V. Soria Granizo y L. M. Novillo López, «Estandarización de los procesos productivos en la Empresa Indupalets Cía.Ltda,» 14 09 2019. [En línea]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6002>. [Último acceso: 15 11 2022].
- [7] D. G. Villanueva Hanco, «Propuesta de Optimización en el Proceso de Fabricación de Muebles en PYMES, Caso: Mueblerías “ALEXIS” S.R.L.,» 12 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2849>. [Último acceso: 20 11 2022].
- [8] J. L. Farroñan García, «Análisis y propuesta de mejora del sistema de producción de una empresa fabricante de muebles,» 2019. [En línea]. Available: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2000>. [Último acceso: 24 11 2022].
- [9] J. C. Herrera-Vega, G. Herrera-Vidal y C. I. González-Polo, «Mejora del proceso de fabricación de estibas de madera: Un caso de estudio,» 18 08 2017. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/327356303\\_Mejora\\_del\\_proceso\\_de\\_fabricacion\\_de\\_estibas\\_de\\_madera\\_Un\\_caso\\_de\\_estudio](https://www.researchgate.net/publication/327356303_Mejora_del_proceso_de_fabricacion_de_estibas_de_madera_Un_caso_de_estudio). [Último acceso: 21 10 2022].
- [10] J. Velasco Bustamante, «Aplicación de la ingeniería de métodos en la mejora del proceso de fabricación de pallets de madera para incrementar la productividad de la empresa Manufacturas y Procesos Integrados E.I.R.L.,» 19 09 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12498>. [Último acceso: 5 11 2022].
- [11] R. Fish, *Las Leyes Técnicas y Económicas de la producción*, Barcelona: Sagitario, 1963.
- [12] E. Goldratt, *La Meta*, España: Ediciones Díaz de Santos, 2004.
- [13] J. Abraham, *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de Métodos*, México: Limusa, 2013.
- [14] B. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, Ciudad de México: Alfaomega grupo Editor, 2009.
- [15] R. García, *Estudio de trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*, México: Mc Graw Hill, 2005.
- [16] J. Velasco, *Organización de la producción*, Madrid: Editorial Pirámide, 2013.
- [17] F. Meyers, *Estudio de tiempos y movimientos*, México: Pearson Education, 2000.

- [18] L. Cuatrecasas Arbós, Lean Management: La gestión competitiva por excelencia, competitiva por excelencia, Madrid: Profit Editorial, 2015.
- [19] S. E. Elmaghraby, The Design of Production Systems, Nueva York: Reinhold Pub. Corp., 1966.
- [20] Agraria.pe, «Agraria.pe,» 1 4 2023. [En línea]. Available: <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-de-madera-aserrada-sumaron-us-6-241-000-en-pri-31551>. [Último acceso: 18 06 2023].
- [21] Comex Perú, «COMEXPERU,» 05 05 2023. [En línea]. Available: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/inflacion-acumulada-de-los-ultimos-doce-meses-fue-del-804>. [Último acceso: 18 06 2023].
- [22] J. M. Beltrán Jaramillo, Indicadores de gestión; Herramientas para lograr la competitividad, Colombia: Panamericana Editorial, 2009.
- [2 R. Olivera Gil y L. H. Vásquez Maldonado, «Plan de mejora de la productividad en la
- 3] fabricación de pallets mediante la aplicación de la ingeniería de métodos en la empresa maderera Nuevo Perú S.A.C. Chiclayo,» Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, 2020.

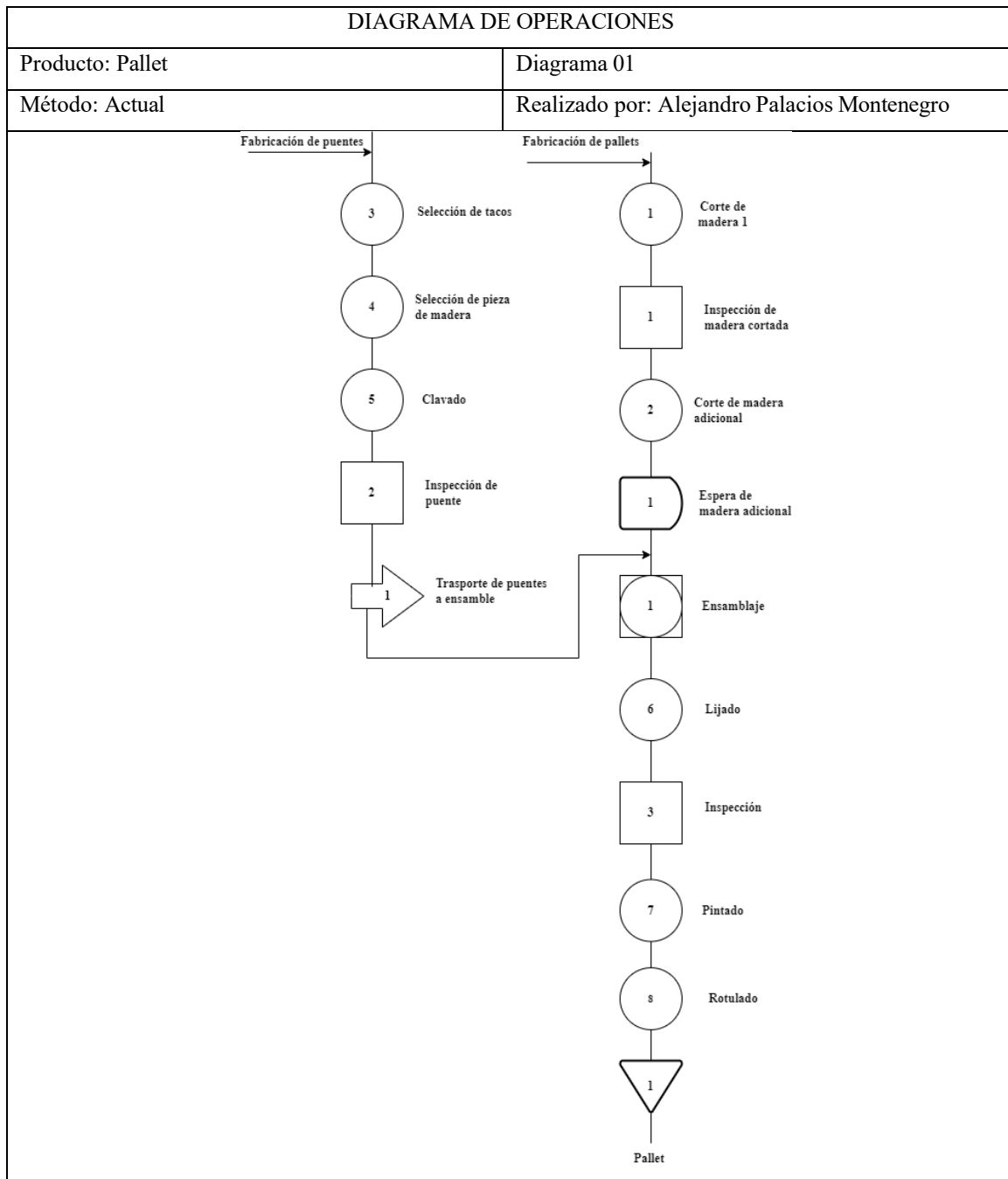
### Anexos

#### Anexo 1. Diagrama de Ishikawa del área de carpintería



Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 2. Diagrama de operaciones de procesos para pallets



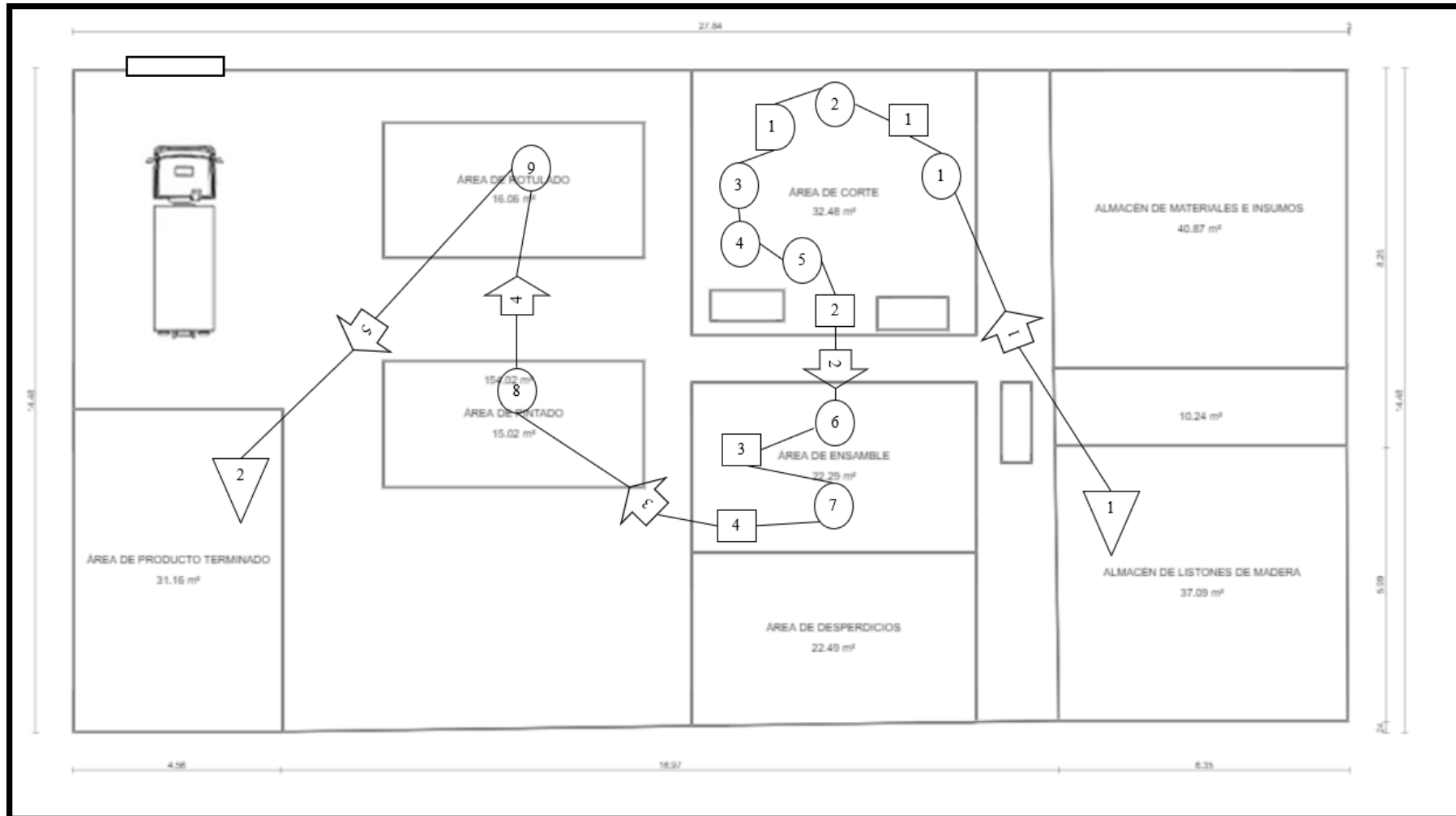
Fuente: Opp Film SA

### Anexo 3. Cursograma analítico de proceso de la producción de pallets

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PALLETS							
UBICACIÓN	Área de carpintería Opp Film S.A.	ACTIVIDAD		MÉTODO ACTUAL			
Actividad:	Producción de pallets de madera	OPERACIÓN	○	9			
Fecha:	10/04/2023	TRANSPORTE	⇒	5			
Autor:	Alejandro Palacios Montenegro	ESPERA	◐	1			
COMENTARIOS: Dentro del proceso actual existen operaciones adicionales que no agregan valor al proceso		INSPECCIÓN	□	4			
		ALMACÉN	▽	1			
		TIEMPO (MIN)			4,12		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		SÍMBOLOS				TIEMPO (MIN)	
		○	⇒	◐	□	▽	
TRANSPORTE DE LISTONES DE MADERA			●				0,27
CORTE DE LISTONES DE MADERA		●					0,20
INSPECCIÓN					●		0,10
CORTE DE MADERA ADICIONAL		●					0,15
ESPERA DE MADERA ADICIONAL					●		0,10
FABRICACIÓN DE PUENTES	SELECCIÓN DE TACOS	●					0,05
	SELECCIÓN DE PIEZAS DE MADERA	●					0,05
	CLAVADO	●					0,10
	INSPECCIÓN DE PUENTE				●		0,08
TRANSPORTE DE PIEZAS CORTADAS A ENSAMBLE			●				0,25
ENSAMBLAJE		●					1,17
INSPECCIÓN DE PIEZA ENSAMBLADA					●		0,06
LIJADO		●					0,16
INSPECCIÓN DE PIEZA LIJADA					●		0,10
TRANSPORTE DE PALLET A ZONA DE PINTADO			●				0,20
PINTADO DEL PALLET		●					0,32
TRANSPORTE DE PALLET PINTADO			●				0,20
ROTULADO DEL CÓDIGO		●					0,38
TRANSPORTE A ALMACÉN DE PT			●				0,18
ALMACENAMIENTO DE PT					●		

Fuente: Opp Film SA

### Anexo 4. Diagrama de recorrido del proceso de producción de pallets



### Anexo 5. Fórmula de productividad

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos consumidos} = \frac{Producción}{N^{\circ} de operarios \times horas trabajadas \times Días trabajados}$$

Fuente: Beltrán [6]

### Anexo 5. Costos de fabricación de pallets

MES	Producción Requerida	Producción Real	Déficit	Costo Real	Costo Ideal	Pérdida
Abril	13 000	7 101	5 899	S/ 159 495,00	S/ 130 000,00	S/ 29 495,00
Mayo	13 000	7 099	5 901	S/ 159 505,00	S/ 130 000,00	S/ 29 505,00
Junio	13 000	7 098	5 902	S/ 159 510,00	S/ 130 000,00	S/ 29 510,00
Julio	13 000	7 100	5 900	S/ 159 500,00	S/ 130 000,00	S/ 29 500,00
Agosto	13 000	7 102	5 898	S/ 159 490,00	S/ 130 000,00	S/ 29 490,00
Septiembre	13 000	7 098	5 902	S/ 159 510,00	S/ 130 000,00	S/ 29 510,00
Octubre	13 000	7 103	5 897	S/ 159 485,00	S/ 130 000,00	S/ 29 485,00
Noviembre	13 000	7 098	5 902	S/ 159 510,00	S/ 130 000,00	S/ 29 510,00
Diciembre	13 000	7 097	5 903	S/ 159 515,00	S/ 130 000,00	S/ 29 515,00
Enero	13 000	7 104	5 896	S/ 159 480,00	S/ 130 000,00	S/ 29 480,00
Febrero	13 000	7 101	5 899	S/ 159 495,00	S/ 130 000,00	S/ 29 495,00
Marzo	13 000	7 098	5 902	S/ 159 510,00	S/ 130 000,00	S/ 29 510,00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 1 914 005,00</b>	<b>S/ 1 560 000,00</b>	<b>S/ 354 005,00</b>

Fuente: Opp Film SA

### Anexo 6. Determinación de número de muestra según General Electric

Tiempo de ciclo (Min)	Número recomendado de muestras
0,1	40
0,25	30
0,5	20
0,75	15
1	10
2	8
<b>2 a 5</b>	<b>6</b>

Fuente: Caso [11]

### Anexo 7. Tiempos de transporte en la producción de pallets

Transporte	Tiempo (min)
Transporte de listones de madera	0,27
Transporte de piezas cortadas a ensamble	0,25
Transporte de pallet a zona de pintado	0,20
Transporte de pallet pintado a zona de rotulado	0,20
Transporte a almacén de PT	0,18
<b>TOTAL</b>	<b>1,10</b>

Fuente: Opp Film SA

### Anexo 8. Matriz de enfrenamiento de factores

Opción	Criterio	Optimización de recursos disponibles		Estandarización de tiempos y métodos		Reducción de tiempos muertos		Reducción de tiempos de transporte		Aumentar eficiencia de línea		Total					
		Peso	Total	Peso	Total	Peso	Total	Peso	Total	Peso	Total	Peso	Total				
Método Guerchet y SLP		4	25%	1	3	20%	0,6	4	20%	0,8	5	15%	0,75	3	20%	0,6	3,75
Método Westinghouse y POE's		5	25%	1,25	5	20%	1	4	20%	0,8	3	15%	0,45	4	20%	0,8	4,3
Value Stream Mapping (VSM)		3	25%	0,75	3	20%	0,6	2	20%	0,4	3	15%	0,45	3	20%	0,6	2,8
Balance de línea		4	25%	1	4	20%	0,8	5	20%	1	3	15%	0,45	5	20%	1	4,25
Metodología 5S		3	25%	0,75	2	20%	0,4	2	20%	0,4	2	15%	0,3	2	20%	0,4	2,25
MTM (Methods-Time Measurement)		3	25%	0,75	3	20%	0,6	3	20%	0,6	2	15%	0,3	3	20%	0,6	2,85

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 9. Estimación de área de corte

Elementos	n	N	Largo (L)	Ancho (L)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
<b>Elementos fijos (m)</b>										
Operario	1		0,75	0,5	0,38		1,7			
Transpaleta 3000 kg	1	3	0,75	0,55	0,41	1,24	1,15	0,81	2,46	2,46
<b>Elementos fijos (m)</b>										
Cortadora Xenia 30	1	2	3,7	3,35	12,40	24,79	0,9	18,27	55,46	55,46
Aspiradora de polvo	1	2	0,72	0,78	0,56	1,12	2	0,83	2,51	2,51
<b>Superficie Total m2</b>										<b>60,43</b>

Fuente: Opp Film SA

### Anexo 10. Estimación de área ensamble

Elementos	n	N	Largo (L)	Ancho (L)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
<b>Elementos fijos (m)</b>										
Operario	2		0,5	0,5	0,25		1,6			
Transpaleta 3000 kg	1	3	0,75	0,55	0,41	1,24	1,15	0,74	2,39	2,39
<b>Elementos fijos (m)</b>										
Estante de topes y clavos	1	1	1,5	0,6	0,9	0,90	1,8	0,80	2,60	2,60
Mesa de ensamble	1	4	2,1	1,65	3,47	13,86	1,1	7,74	25,07	25,07
Aspiradora de polvo	1	2	0,72	0,78	0,56	1,12	2	0,75	2,44	2,44
<b>Superficie Total m2</b>										<b>32,50</b>

Fuente: Opp Film SA

### Anexo 11. Estimación de área de pintado

Elementos	n	N	Largo (L)	Ancho (L)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
<b>Elementos fijos (m)</b>										
Operario	1		0,75	0,5	0,38		1,65			
Contenedor de pintura	1	4	0,4	0,35	0,14	0,56	0,50	0,34	1,04	1,04
<b>Elementos fijos (m)</b>										
Estante de materiales	1	1	1,2	0,4	0,48	0,48	1,70	0,47	1,43	1,43
Área de pintado	1	4	1,7	1,3	2,21	8,84	2,20	5,43	16,48	16,48
<b>Superficie Total m2</b>										<b>18,96</b>

Fuente: Opp Film SA

### Anexo 12. Estimación de área de rotulado

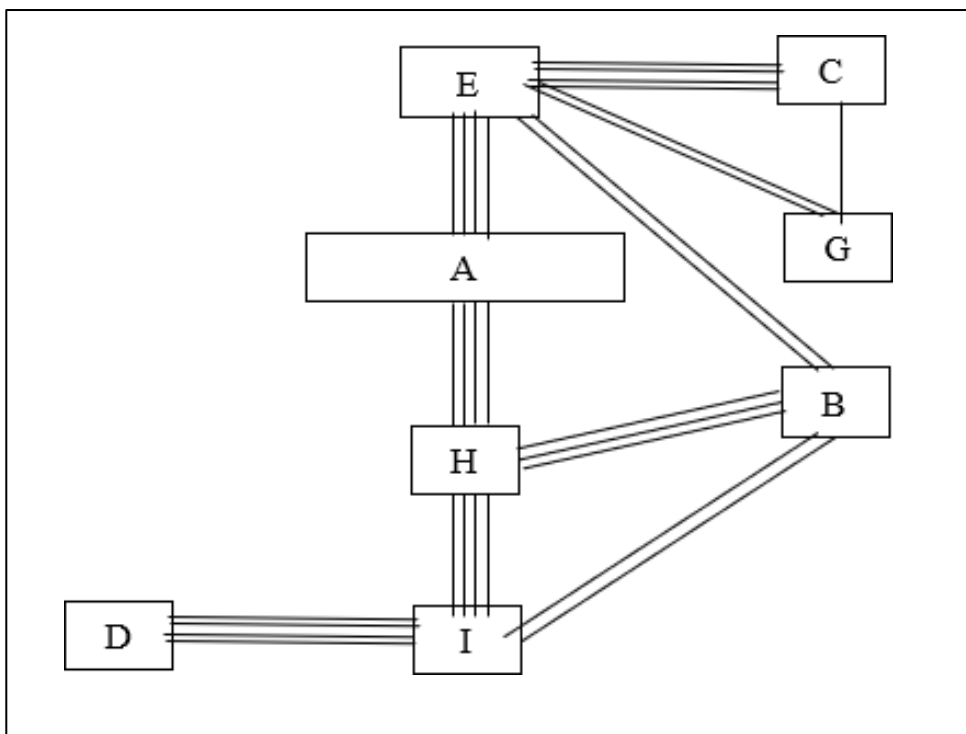
Elementos	n	N	Largo (L)	Ancho (L)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
<b>Elementos fijos (m)</b>										
Operario	1		0,75	0,5	0,38		1,65			
<b>Elementos fijos (m)</b>										
Estante de materiales	1	1	1,2	0,4	0,48	0,48	1,70	0,47	1,43	1,43
Área de rotulado	1	4	1,7	1,3	2,21	8,84	2,20	5,43	16,48	16,48
<b>Superficie Total m2</b>										<b>17,91</b>

Fuente: Opp Film SA.

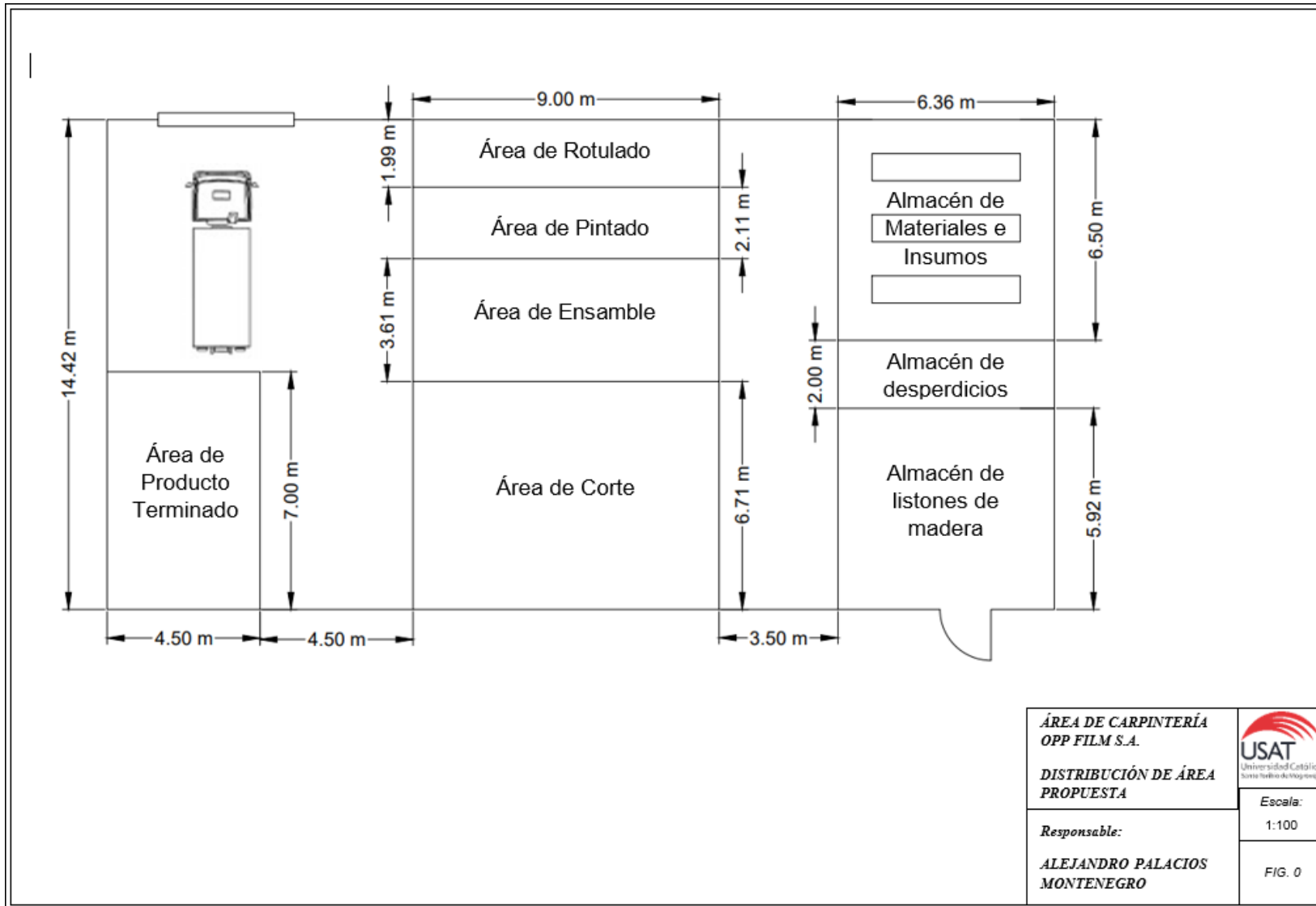
## Anexo 13. Diagrama de relaciones de áreas

ÁREAS	ÁREA DE ENSAMBLE	ALMACÉN DE MATERIALES	ALMACÉN DE LISTONES DE MADERA	ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO	ARÉA DE CORTE	ARÉA DE PINTADO	ÁREA DE ROTULADO	SSHH	ÁREA DE DESPERDICIOS
ÁREA DE ENSAMBLE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALMACÉN DE MATERIALES	A	-	-	-	-	-	-	-	-
ALMACÉN DE LISTONES DE MADERA	U	I	-	-	-	-	-	-	-
ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO	U	I	U	-	-	-	-	-	-
ARÉA DE CORTE	I	I	A	U	-	-	-	-	-
ARÉA DE PINTADO	A	A	U	U	A	-	-	-	-
ÁREA DE ROTULADO	U	I	U	A	U	A	-	-	-
SSHH	U	U	U	U	U	U	U	-	-
ÁREA DE DESPERDICIOS	U	U	U	X	A	U	U	U	-

Fuente: Opp Film SA

**Anexo 14. Diagrama de relación de actividades propuesto**

**Fuente: Opp Film SA**



**Anexo 15. Redistribución de planta propuesta**

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 16. Ficha técnica de cinta reflectante blanca

### CINTA REF TOPEX BLANCO

#### CINTA REF TOPEX BLANCO

##### Descripción:

Cinta reflectante resistente a la humedad, corrosión y aceites, no corrosiva. Posee un soporte flexible y un rango de temperatura de trabajo de -7°C hasta 60°C. Hecha a base de vinilo.

##### Usos:

Especial para delimitación de celdas de trabajo y carriles de tráfico.

##### Modo de uso:

Se debe adherir al piso según la delimitación antes calculada para cada área de trabajo. Las superficies en las que se va a aplicar la cinta, deberán estar limpias, secas y libres de grasas, aceites u otros contaminantes.



**Precio:** S/.19.90

**Tiempo de reposición:** 1 vez al año

**Proveedor:** Topex

**Cantidad a requerir:** 01

**Fuente:** SODIMAC

## Anexo 17. Ficha técnica de cinta reflectora amarilla

### CINTA SEGURIDAD VIAL 2" AMARILLO

##### Descripción

Cinta reflectante resistente a la humedad, corrosión y aceites, no corrosiva. Posee un soporte flexible. Rango de temperatura de trabajo de -7°C hasta 60°C. Hecha de Policloruro de vinilo flexible (SPVC).

##### Usos:

Especial para delimitación de celdas de trabajo y carriles de tráfico.

##### Modo de uso:

Se debe adherir al piso según la delimitación antes calculada para cada área de trabajo. Las superficies en las que se va a aplicar la cinta, deberán estar limpias, secas y libres de grasas, aceites u otros contaminantes.



**Precio:** S/ 29.90


**Tiempo de reposición:** 1 año

**Proveedor:** Topex


**Cantidad a requerir:** 01

**Fuente:** Sodimac

## ANEXO 18. PROCEDIMIENTO DE CORTE

	<b>OPP FILM S.A.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE CORTE</b>	<b>CÓDIGO: P-PC-001</b> <b>VERSIÓN:01</b> <b>FECHA: 10/11/2022</b> <b>PÁGINA: 1/3</b>
<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE LISTONES DE MADERA PINO RADIATA Y BOLAINA PARA EL ENSAMBLE DE PALLETS TAMAÑO JUMBO Y ESTÁNDAR.</b></p> <p><b>01. Objetivo</b></p> <p>Cortar los listones de madera pino radiata y bolaina para la producción de pallets tamaño jumbo y estándar en el área de carpintería de la empresa Opp Film S.A. de manera óptima.</p> <p><b>02. Alcance</b></p> <p>El presente instructivo abarca desde la lectura de la orden de las hojas de cortado hasta la descarga de piezas cortadas (acomodo).</p> <p><b>03. Definiciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Madera pino radiata:</b> La madera de pino radiata destaca por una albura blanca con tonos amarillentos, la cual se oscurece a la luz, mientras que el duramen tiende a tonos pardos. Es considerada una madera blanda, posee 1.8 de dureza en la escala Chaláis-Meudon, y ligera con una densidad de 500kg/m<sup>3</sup> al 12% de humedad.</li> <li>- <b>Madera bolaina:</b> es una madera liviana, que presenta contracciones lineales medias y la contracción volumétrica estable. Para la resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría baja con la categoría media. Densidad básica 0.41 g/cm<sup>3</sup>.</li> <li>- <b>Cortadora:</b> tablero de mesa deslizante automático, que, con ayuda del operario, corta gracias a sierras inclinables hechas de hierro fundido.</li> <li>- <b>Calibrado:</b> la cortadora es calibrada a las medidas necesarias para el corte.</li> </ul> <p><b>04. Responsabilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Coordinación:</b> proporcionar listones de madera y hojas de corte que deben ser solicitadas en el software de la empresa al operario.</li> <li>- <b>Operario de cortado:</b> recepcionar los materiales (hojas de corte y listones de madera) por parte de la coordinación, cumplir y aplicar lo planteado en el presente procedimiento de cortado.</li> </ul>			

Fuente: Elaboración Propia

	<b>OPP FILM S.A.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE CORTE</b>	<b>CÓDIGO: P-PC-001</b> <b>VERSIÓN:01</b> <b>FECHA: 10/11/2022</b> <b>PÁGINA: 2/3</b>
---	----------------------	-----------------------------------	--

## 05. Desarrollo


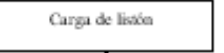
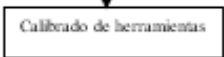
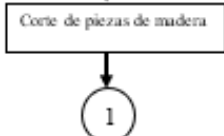
### a. Antes de comenzar la operación

- Verificar si la hoja de corte entregada por coordinación es la correcta para la madera a cortar.
- Verificar el orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- Seleccionar el listón de madera pino radiata o bolaina a cortar, según los requerimientos del programa de corte diario establecido.


### b. Operación de cortado

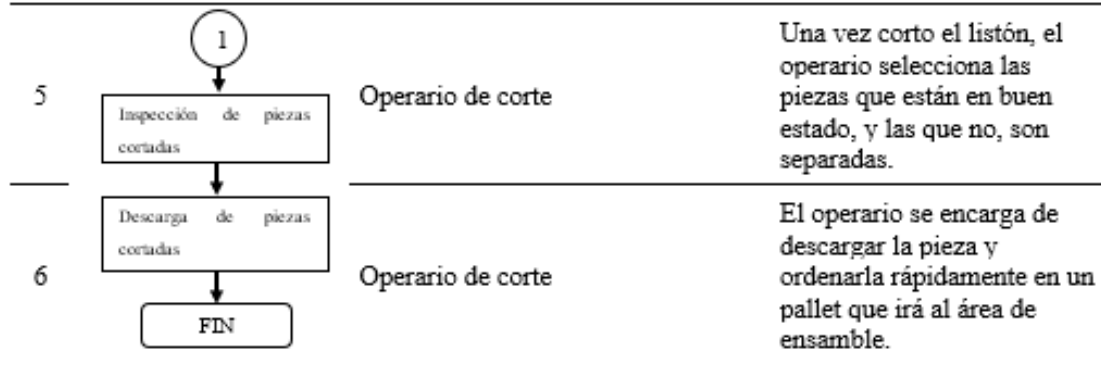
En el área de carpintería de la empresa Opp Film S.A., el operario de cortado sigue las actividades mostradas en la tabla 1 para la obtención de las piezas cortadas en la elaboración del producto en estudio.

**Tabla 1. Actividades de corte**

Nº	FLUJOGRAMA	RESPONSABLE	REGISTRO	DESCRIPCIÓN
1		Operario de corte	Formato de programación de corte diaria	El operario lee la hoja de corte proveída por coordinación para verificar los cortes a realizar.
2		Operario de corte		Al momento del primer corte, el operario debe cargar el listón de madera pino radiata o bolaina
3		Operario de corte		El operario adecúa la sierra de la cortada para la obtención de las piezas con las medidas requeridas.
4		Operario de corte		Con la ayuda del operario (empuje), la cortada corta el listón.

Fuente: Elaboración Propia


	<b>OPP FILM S.A.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE CORTE</b>	<b>CÓDIGO: P-PC-001</b> <b>VERSIÓN:01</b> <b>FECHA: 10/11/2022</b> <b>PÁGINA: 3/3</b>
---	----------------------	-------------------------------	--



## 06. Registros

### a. Formato de Programación de Corte Diaria.

## ANEXO 19. PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE

	<b>OPP FILM S.A.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE</b>	<b>CODIGO: P-PE-001</b> <b>VERSIÓN:01</b> <b>FECHA: 10/11/2022</b> <b>PÁGINA: 1/2</b>
---	----------------------	--------------------------------------	--

**PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLADO DE PALLETS TAMAÑO JUMBO Y  
ESTÁNDAR.**

**01. Objetivo**

Ensamblar las piezas de madera pino radiata y bolaina cortadas para la fabricación de pallets tamaño jumbo y estándar en el área de carpintería de la empresa Opp Film S.A. de manera óptima.

**02. Alcance**

El presente instructivo abarca desde la lectura de la orden de las hojas de producción diaria hasta el despacho de pallets armados al área de rotulado.

**03. Definiciones**


- **Pallet modelo Jumbo:** Es un pallet de madera que cuenta con 9 piezas de madera cortada y 9 tacos distribuidos en bloques de 3, aseguradas con clavos de 2,5".
- **Pallet modelo Estándar:** Es un pallet de madera que cuenta con 12 piezas de madera cortada y 12 tacos distribuidos en bloques de 3, aseguradas con clavos de 2,5".
- **Pistola de clavos:** Este tipo de pistolas utiliza la presión de vapor de un gas albergado dentro de la misma clavadora, el cual al calentarse con la energía de una batería o corriente (según el modelo) brinda la fuerza necesaria para propulsar los clavos. Son herramientas poderosas, fáciles de operar y aumentan la productividad en las tareas en las que hay que clavar.

**04. Responsabilidades**

- **Operarios de ensamble:** ensamblar las piezas de madera cortada junto con los tacos para la elaboración de los pallets modelo estándar y jumbo.

**05. Desarrollo****5.1. Antes de comenzar la operación**

- Verificar la disponibilidad de las herramientas necesarias y la estación de trabajo se encuentra ordenada y limpia.
- Revisar que se cuente con las piezas cortadas necesarias para el ensamble.


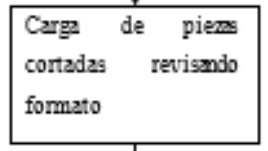
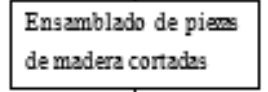

	<b>OPP FILM S.A.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE</b>	<b>CODIGO: P-PE-001</b> <b>VERSIÓN:01</b> <b>FECHA: 10/11/2022</b> <b>PÁGINA: 2/2</b>
---	----------------------	----------------------------------	--

- Tener puestos los EPPs designados: lentes de seguridad, overol, guantes anticorte y orejeras.
- Revisar la disponibilidad de insumos para el ensamble.

### 5.2. Ensamble


En el área de carpintería de la empresa Opp Film S.A., los operadores de ensamble deben seguir las indicaciones siguientes para el desarrollo del armado del producto final especificadas en la tabla 1.

**Tabla 1. Actividades de ensamble**

Nº	FLUJOGRAMA	RESPONSABLE	REGISTRO	DESCRIPCIÓN
1		Operarios de ensamble	Formato de programación de producción de pallets	De acuerdo a la medida de pallet que se debe producir se acondiciona la mesa de trabajo con el uso de topes de madera.
2		Operarios de ensamble	Formato de programación de corte diario	Al momento de ensamblar uno de los operarios carga las piezas de madera cortadas y el otro los puentes de acuerdo al modelo del pallet.
3		Operarios de ensamble		Ambos operarios utilizando pistolas de clavos se encargan de unir las piezas cortadas a los puentes por ambos lados.
4		Operarios de ensamble		Un operario se encarga de descargar el pallet de la mesa de trabajo y ordenarla rápidamente en un pallet que irá posteriormente al área de pintado y rotulado.

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 20. PROCEDIMIENTO DE PINTADO

	<p align="center"><b>OPP FILM S.A.</b></p>	<p align="center"><b>PROCEDIMIENTO DE PINTADO</b></p>	<p><b>CODIGO: P-PP-001</b>  <b>VERSIÓN:01</b>  <b>FECHA: 10/11/2022</b>  <b>PÁGINA: 1/2</b></p>
---	--	---	---

**PROCEDIMIENTO DE PINTADO DE PALLETS TAMAÑO JUMBO Y ESTÁNDAR.**

**01. Objetivo**

Pintar los pallets ensamblados de acuerdo al tipo la clasificación establecida por coordinación en el área de carpintería de la empresa Opp Film S.A. de manera óptima.

**02. Alcance**

El presente instructivo abarca desde la recepción del producto final ensamblado para el pintado del mismo de acuerdo a su clasificación hasta el despacho de los mismos hasta el área de rotulado.

**03. Definiciones**

- **Pintura de esmalte sintético:** En su composición incluye poliuretanos y elementos sintéticos como la resina, que le aporta elasticidad y resistencia en las superficies de madera; incluso si está sometida a roces o golpes continuos.
- **Rodillo extensible:** Consiste en un rulo de material absorbente que gira sobre un eje depositando la pintura sobre una determinada superficie.
- **Máscara respiradora:** Un respirador o máscara para pintar se refiere a una herramienta de protección básica hecha específicamente para poder realizar la operación de pintado asegurándose de que el manejo material.
- **Pintado:** Cubrir con pintura una superficie.

**04. Responsabilidades**


- **Operario de pintado (volante):** pintar las esquinas de los pallets de acuerdo a la codificación de colores establecido de acuerdo a la clasificación dada por coordinación.

**05. Desarrollo**

**5.1. Antes de comenzar la operación**

- Verificar la disponibilidad de las herramientas necesarias y la estación de trabajo se encuentra ordenada y limpia.
- Tener puestos los EPPs designados: lentes de seguridad, overol y máscara respiradora.
- Revisar la disponibilidad de insumos para la operación de pintado.

Fuente: Elaboración Propia

	<b>OPP FILM S.A.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE</b>	<b>CODIGO: P-PE-001 VERSIÓN:01 FECHA: 10/11/2022 PÁGINA: 2/2</b>
---	--------------------------	--------------------------------------	--

## 5.2.Pintado

En el área de carpintería de la empresa Opp Film S.A., el operario de pintado deben seguir las indicaciones siguientes para el desarrollo del armado del producto final especificadas en la tabla 2, teniendo en cuenta la codificación de colores establecida por la empresa en la tabla 1.

**Tabla 1. Codificación de colores**

<b>CODIFICACIÓN (COLOR)</b>	<b>USO</b>
<b>NARANJA</b>	<b>CONSUMO NACIONAL</b>
<b>AZUL</b>	<b>CONSUMO INTERNACIONAL (EXPORTACIÓN)</b>


**Tabla 2. Actividades de pintado**

<b>Nº</b>	<b>FLUJOGRAMA</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>REGISTRO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
	INICIO			
1	Clasificación de pallets por codificación	Operario de pintado	Formato de programación de producción de pallets	El operario lee la hoja de programación de la producción establecida para poder escoger el color adecuado para el pintado.
2	Pintado de pallets por codificación	Operario de pintado	Formato de programación de producción de pallets	El operario se encarga de pintar los extremos del pallet de manera correcta pasando el rodillo 2 veces por la misma área para dejar un buen acabado.
3	Descarga de pallets pintados por codificación	Operario de pintado		Un operario se encarga de llevar todos los pallets pintados al área de rotulado mediante el uso de una herramienta de transporte
	FIN			

## 06. Registros

- a. Formato de programación de producción de pallets.

## ANEXO 21. PROCEDIMIENTO DE ROTULADO

	<b>OPP FILMS.A.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE ROTULADO</b>	<b>CODIGO: P-PR-001</b> <b>VERSION:01</b> <b>FECHA: 10/11/2022</b> <b>PÁGINA: 1/2</b>
---	---------------------	--------------------------------------	--

**PROCEDIMIENTO DE ROTULADO DE PALLETS TAMAÑO JUMBO Y  
ESTÁNDAR.**

**01. Objetivo**

Rotular los pallets ensamblados de acuerdo a las medidas del mismo establecidas por coordinación en el área de carpintería de la empresa Opp Film S.A. de manera óptima.

**02. Alcance**

El presente instructivo abarca desde la recepción del producto final ensamblado y pintado para el rotulado y sellado del mismo de acuerdo a sus medidas hasta el despacho de los mismos hacia el almacén de producto terminado.

**03. Definiciones**

- **Rotular:** La rotulación es el arte de dibujar letras y números sobre una estandarización o norma. Es toda perfección que se consigue cuando se está trazando las literales del mismo.
- **Sello fino manual:** Herramienta para tirajes cortos, en piezas de todos tamaños, con un diseño pequeño y ligero que evita fatiga. La herramienta incluye un troquel con tu diseño en medida de 4.5 x 4.5 cm ó 7 x 3 cm. El troquel es intercambiable.
- **Sellado:** Estampación hecha con un sello.


**04. Responsabilidades**

- **Operario de rotulado (volante):** rotular el centro de los pallets de acuerdo a la medida del del producto terminado.

**05. Desarrollo****5.1. Antes de comenzar la operación**

- Verificar la disponibilidad de las herramientas necesarias y la estación de trabajo se encuentra ordenada y limpia.
- Tener puestos los EPPs designados: lentes de seguridad, overol y guantes anti quemaduras.
- Revisar la disponibilidad de insumos para la operación de rotulado.


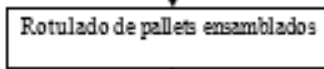

Fuente: Elaboración Propia

	OPP FILM S.A.	PROCEDIMIENTO DE ROTULADO	CODIGO: P-PR-001 VERSION:01 FECHA: 10/11/2022 PÁGINA: 2/2
---	---------------	---------------------------	--

## 5.2. Rotulado

En el área de carpintería de la empresa Opp Film S.A., el operario de rotulado deben seguir las indicaciones siguientes para el desarrollo del producto final especificadas en la tabla 1.

Tabla 1. Actividades de rotulado

N°	FLUJOGRAMA	RESPONSABLE	REGISTRO	DESCRIPCIÓN
1		Operario de rotulado	Formato de programación de producción de pallets	El operario lee la hoja de programación de la producción establecida y selecciona los sellos para ser colocados en el troquel.
2		Operario de rotulado		El operario se encarga de rotular los pallets en el centro del mismo mediante el sellado térmico para poder identificar la medida del mismo.
3		Operario de rotulado		Un operario se encarga de llevar todos los pallets rotulados al almacén de producto terminado mediante el uso de una herramienta de transporte

## 06. Registros

- b. Formato de programación de producción de pallets.

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 22. FACTORES DE CALIFICACION PRODUCCIÓN DE PALLETS**

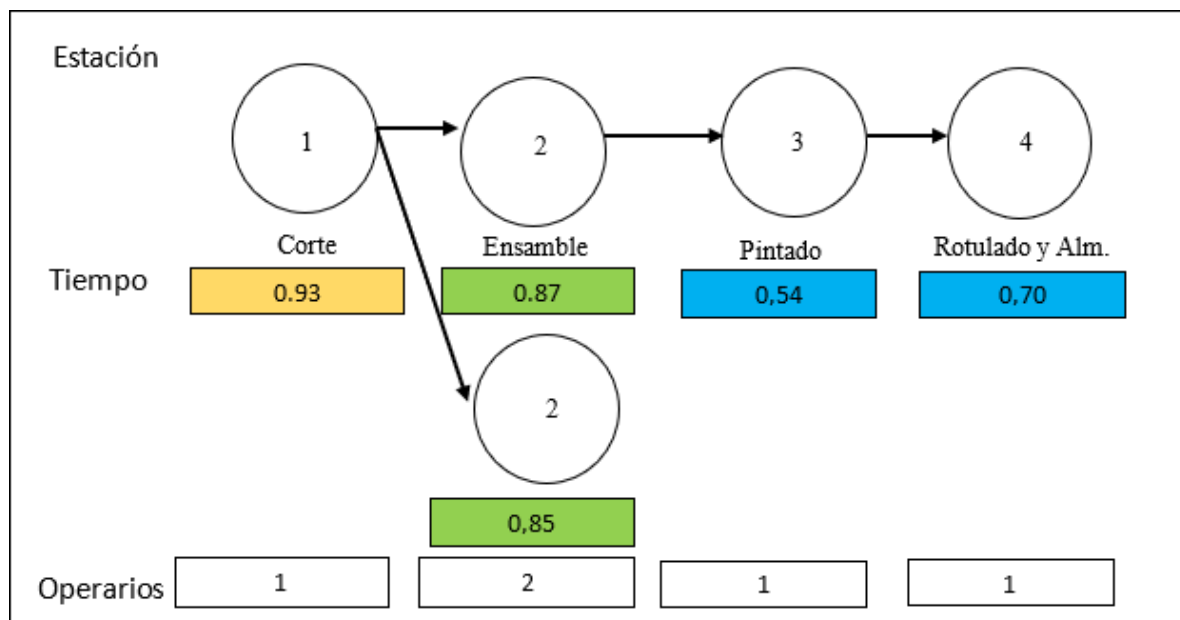
<b>ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>	<b>Tiempo Prom. (min)</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>Condiciones</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Suma</b>	<b>Factor de Desempeño</b>	<b>Tiempo Normal (min)</b>
TRANSPORTE DE LISTONES DE MADERA	0,17	0	0,02	0	0,01	0,03	1,03	0,18
CORTE DE LISTONES DE MADERA	0,20	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	0,23
SELECCIÓN DE TACOS	0,05	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	0,06
SELECCIÓN DE PIEZAS DE MADERA	0,05	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	0,06
CLAVADO	0,10	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	0,11
INSPECCIÓN DE PUENTE	0,05	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	0,06
TRANSPORTE DE PIEZAS CORTADAS A ENSAMBLE	0,10	0	0,02	0	0,01	0,03	1,03	0,10
ENSAMBLAJE	1,17	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	1,33
INSPECCIÓN DE PIEZA ENSAMBLADA	0,06	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	0,07
TRANSPORTE DE PALLET A ZONA DE PINTADO	0,08	0	0,02	0	0,01	0,03	1,03	0,08
PINTADO DEL PALLET	0,32	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	0,36
TRANSPORTE DE PALLET PINTADO A ZONA DE ROTULADO	0,10	0	0,02	0	0,01	0,03	1,03	0,10
ROTULADO DEL CÓDIGO	0,38	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	0,43
TRANSPORTE A ALMACÉN DE PT	0,17	0	0,02	0	0,01	0,03	1,03	0,18
<b>TOTAL</b>	<b>3,00</b>							<b>3,35</b>

**Fuente: Opp Film SA**

### Anexo 23. Tiempos estandarizados de pallets

ACTIVIDADES DEL PROCESO	Tiempo Normal. (min)	VARIABLES							Sumatoria	Tiempo Estándar. (min)
		NP	F	TP	EM	CI	TM	M		
TRANSPORTE DE LISTONES DE MADERA	0,18	5	4	2	0	0	0	0	11	0,20
CORTE DE LISTONES DE MADERA	0,23	5	4	2	0	5	1	1	18	0,28
SELECCIÓN DE TACOS	0,06	5	4	2	0	0	0	0	11	0,06
SELECCIÓN DE PIEZAS DE MADERA	0,06	5	4	2	0	0	0	0	11	0,06
CLAVADO	0,11	5	4	2	0	5	1	1	18	0,14
INSPECCIÓN DE PUENTE	0,06	5	4	2	0	5	1	1	18	0,07
TRANSPORTE DE PIEZAS CORTADAS A ENSAMBLE	0,10	5	4	2	0	0	0	0	11	0,12
ENSAMBLAJE	1,33	5	4	2	0	2	0	1	14	1,55
INSPECCIÓN DE PIEZA ENSAMBLADA	0,07	5	4	2	0	0	0	0	11	0,08
TRANSPORTE DE PALLET A ZONA DE PINTADO	0,08	5	4	2	0	0	0	0	11	0,09
PINTADO DEL PALLET	0,36	5	4	2	0	2	0	1	14	0,42
TRANSPORTE DE PALLET PINTADO A ZONA DE ROTULADO	0,10	5	4	2	0	0	0	0	11	0,12
ROTULADO DEL CÓDIGO	0,43	5	4	2	0	2	0	1	14	0,50
TRANSPORTE A ALMACÉN DE PT	0,18	5	4	2	0	0	0	0	11	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>3,35</b>				<b>TOTAL</b>					<b>3,89</b>

Fuente: Opp Film SA



### Anexo 24. Balance de línea propuesto

Fuente: Elaboración Propia

<b>Código de pieza:</b> CEP	<b>Proceso:</b> Corte
<b>Nombre de la pieza:</b> Piezas cortadas pallet	<b>Cantidad a producir:</b> 12 piezas (1 pallet)
<b>Producto:</b> Pallet	

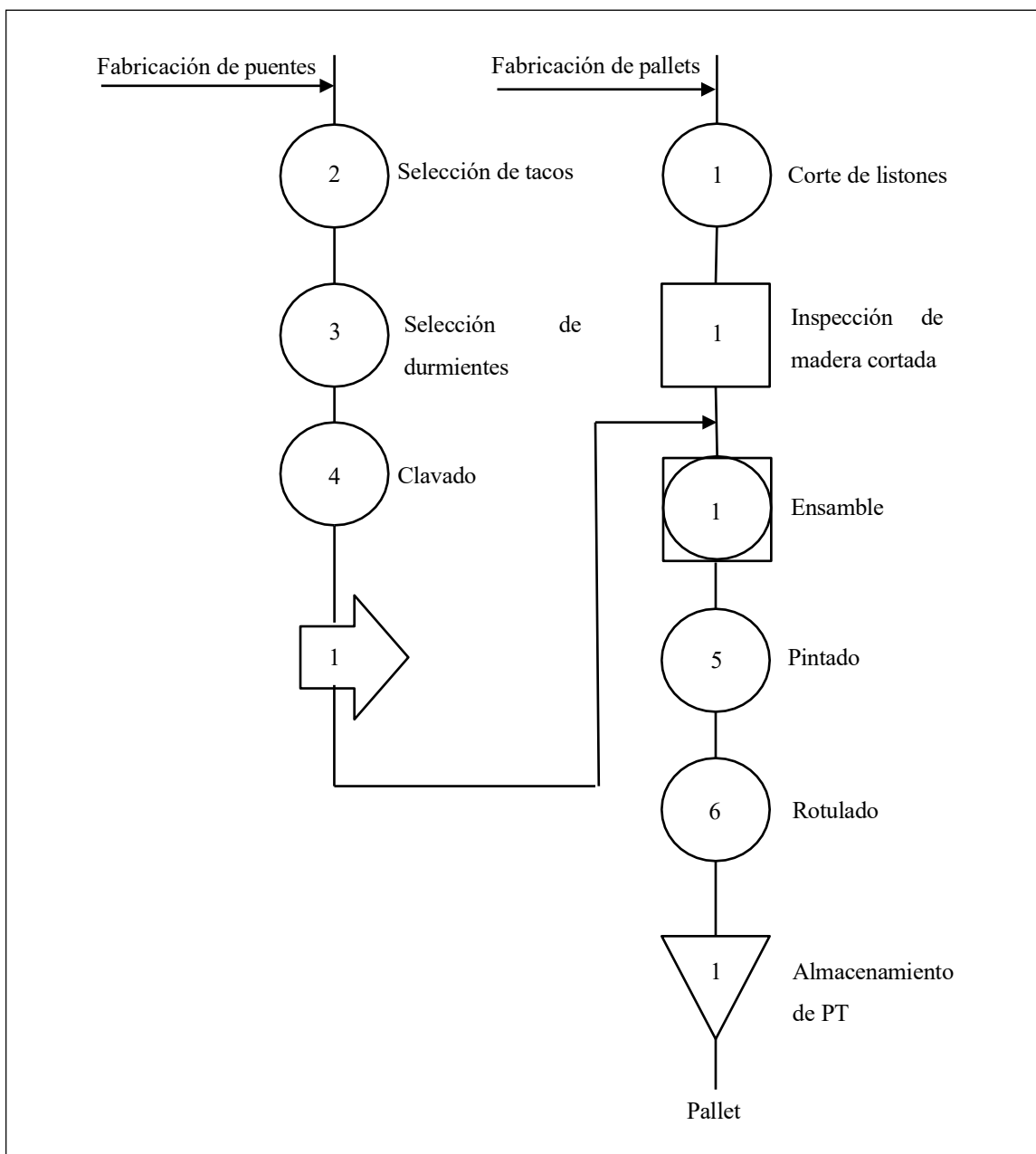
**Anexo 25. Tarjeta Kanban proceso de corte**

<b>Código de pieza:</b> ESP	<b>Proceso:</b> Ensamblado
<b>Nombre de la pieza:</b> Pallet ensamblado	<b>Cantidad a producir:</b> 1 pallet ensamblado
<b>Producto:</b> Pallet	

**Anexo 26. Tarjeta Kanban proceso de ensamblado**

<b>Código de pieza:</b> PIP	<b>Proceso:</b> Pintado
<b>Nombre de la pieza:</b> Pallet pintado	<b>Cantidad a producir:</b> 1 pallet pintado y ensamblado
<b>Producto:</b> Pallet	

**Anexo 27. Tarjeta Kanban proceso de pintado**



**Anexo 28. Diagrama de operaciones de procesos propuesto para pallets**  
Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 29. Costos por redistribución de planta**

<b>ITEM</b>	<b>COSTO</b>
Estudio del área de trabajo	S/. 150,00
Recolección de medidas	S/. 200,00
Elaboración de plano mejorado	S/. 450,00
Costo de oportunidad por movimiento de máquinas	S/. 97 500,00
Concientización al personal	S/. 180,00
Material de estantes	S/. 981,75
Cintas reflectoras	S/. 49,80
Transpaleta de 3t	S/. 2 650,00
Depreciación anual de transpaleta	S/. 106,00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 102 161,55</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

**Anexo 30. Costos por estandarización de procesos**

<b>ITEM</b>	<b>COSTO</b>
Estandarización de tiempos	S/. 1.500,00
Contratación de técnico capacitador	S/. 3.500,00
Capacitación anual de uso de EPP's	S/. 1.000,00
Equipos de protección personal (Guantes y lentes)	S/. 172,00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 6.172,00</b>

**Anexo 31. Costos por balance de línea**

<b>ITEM</b>	<b>COSTO</b>
Recolección, análisis de tiempos y capacitación	S/. 1 000,00
Sueldo anual (Operario ensamble) + Gratificación	S/. 19 600,00
Proceso de selección	S/. 250,00
Fabricación de tarjetas Kanban	S/. 50,00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 20 900,00</b>

**Fuente: Elaboración propia.**