



*Optimización de los procesos productivos de cuero Wet - Blue en la empresa  
Hidalgo Curtiduría aplicando herramientas de Manufactura Esbelta*

*Optimization of Wet - Blue leather production processes in the Hidalgo  
Curtiduría company by applying Lean Manufacturing tools*

*Otimização dos processos de produção de couro Wet - Blue na empresa Hidalgo  
Curtiduría através da aplicação de ferramentas Lean Manufacturing*

Milton Andres Bautista Romero <sup>I</sup>

[miltonbautista@itscv.edu.ec](mailto:miltonbautista@itscv.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-9548-4930>

Jeyson Patricio Egas García <sup>II</sup>

[egasg@uteq.edu.ec](mailto:egasg@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-0064-8638>

Walter Joffred Jácome Vélez <sup>III</sup>

[wjacomev@uteq.edu.ec](mailto:wjacomev@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5722-9899>

Michel Estefania Morejon Vaca <sup>IV</sup>

[sjle.michel.morejon@lasalle.edu.ec](mailto:sjle.michel.morejon@lasalle.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0002-7284-0474>

**Correspondencia:** [miltonbautista@itscv.edu.ec](mailto:miltonbautista@itscv.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 30 de enero de 2024 \* **Aceptado:** 22 de febrero de 2024 \* **Publicado:** 15 de marzo de 2024

- I. Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- III. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- IV. Unidad Educativa la Salle, Ecuador.



## Resumen

El presente trabajo de investigación está enfocado en la optimización de los procesos productivos de cuero curtido Wet-Blue aplicando herramientas de manufactura esbelta. Se identificó los desperdicios generados en el proceso y las herramientas a utilizar, se definió la propuesta de aplicación a través de un sistema de manufactura esbelta. Con la información que se obtuvo en el diagrama de flujo, ficha de observación, estudio de tiempos, diagrama de recorrido (Lay Out) se constató la existencia de actividades que no están correctamente distribuidas y controladas y que no agregan valor al proceso, lo que ocasiona un proceso desbalanceado. Con el análisis realizado y el estudio de las herramientas de manufactura esbelta se seleccionaron los métodos adecuados para cambios importantes en el proceso de producción que permitan reducir tiempos de ciclo mediante la eliminación de actividades que no agregan valor. Se propuso la aplicación de herramientas de manufactura esbelta basado en la eliminación de actividades innecesarias que representaría para el proceso de cuero curtido Wet-Blue un aumento de su producción del 24,07%. Además, con el tiempo de ciclo propuesto el proceso tarda 1206 segundos por unidad, con una brecha del 4% respecto del takt time que es de 1317 segundos por unidad, en este sentido se podrá satisfacer las capacidades del mercado al ser el tiempo del ciclo menor que el tiempo del takt time. La gestión estratégica de la curtiduría Hidalgo es importante para lograr el éxito y la sostenibilidad en el tiempo, en este sentido la propuesta de implementación del mantenimiento productivo total TPM tiene influencia significativa en la productividad, confiabilidad y disponibilidad de los equipos de producción.

**Palabras Clave:** Cuero curtido; manufactura esbelta; SMED; TPM.

## Abstract

This research work is focused on the optimization of the production processes of Wet-Blue tanned leather by applying lean manufacturing tools. The waste generated in the process and the tools to be used were identified, the application proposal was defined through a lean manufacturing system. With the information obtained in the flow diagram, observation sheet, time study, and route diagram (Lay Out), it was confirmed the existence of activities that are not correctly distributed and controlled and that do not add value to the process, which causes an unbalanced process. With the analysis carried out and the study of lean manufacturing tools, the appropriate methods were selected for important changes in the production process that allow reducing cycle times by

eliminating activities that do not add value. The application of lean manufacturing tools was proposed based on the elimination of unnecessary activities that would represent an increase in production of 24.07% for the Wet-Blue tanned leather process. Furthermore, with the proposed cycle time the process takes 1206 seconds per unit, with a gap of 4% with respect to the takt time which is 1317 seconds per unit, in this sense it will be possible to satisfy the market capacities as the cycle time is less than the takt time. The strategic management of the Hidalgo tannery is important to achieve success and sustainability over time, in this sense the proposal for the implementation of total productive maintenance TPM has a significant influence on the productivity, reliability and availability of production equipment.

**Keywords:** Tanned leather; lean manufacturing; SMED; TPM.

### **Resumo**

Este trabalho de pesquisa está focado na otimização dos processos produtivos de couro curtido Wet-Blue através da aplicação de ferramentas de manufatura enxuta. Foram identificados os resíduos gerados no processo e as ferramentas a serem utilizadas, definida a proposta de aplicação através de um sistema de manufatura enxuta. Com as informações obtidas no fluxograma, ficha de observação, estudo de tempos e diagrama de rotas (Lay Out), foi confirmada a existência de atividades que não estão corretamente distribuídas e controladas e que não agregam valor ao processo, o que causa um processo desequilibrado. Com a análise realizada e o estudo das ferramentas de manufatura enxuta, foram selecionados os métodos adequados para mudanças importantes no processo produtivo que permitem reduzir os tempos de ciclo eliminando atividades que não agregam valor. A aplicação de ferramentas de manufatura enxuta foi proposta com base na eliminação de atividades desnecessárias que representariam um aumento de produção de 24,07% para o processo de couro curtido Wet-Blue. Além disso, com o tempo de ciclo proposto o processo demora 1206 segundos por unidade, com um desfasamento de 4% em relação ao takt time que é de 1317 segundos por unidade, neste sentido será possível satisfazer as capacidades do mercado como o tempo de ciclo é menor que o tempo takt. A gestão estratégica do curtume Hidalgo é importante para alcançar o sucesso e a sustentabilidade ao longo do tempo, neste sentido a proposta de implementação da manutenção produtiva total TPM tem uma influência significativa na produtividade, confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos de produção.

**Palavras-chave:** Couro tingido; manufatura enxuta; SMED; TPM.

## Introducción

La industria del cuero mantiene su posición en los mercados internacionales y nacionales, juega un papel activo en el crecimiento económico de países exportadores de productos de cuero terminados, esta industria necesita transformarse de su uso tradicional a una industria modernizada con los últimos desarrollos tecnológicos (Jawahar, N. Babu, M. Ismail y K. Vani. 2016) citado por (Ortíz. 2018).

Según Gavriluta.(2019), en la actualidad muchas de las empresas tienen un enfoque en el ámbito de la gestión organizacional en donde se abarca la aplicación de la metodología de manufactura esbelta, con esta metodología se busca optimizar los procesos de producción con el fin de mejorar la calidad con la disminución de las pérdidas en desperdicios de materia prima, energía, recursos humanos, etc. Esta metodología se aplicó a principios de los años 90 como un preámbulo de lo que sería una gran herramienta dentro de la optimización de procesos.

El estudio de la metodología de manufactura esbelta depende de la aplicación de técnicas y actividades que se desarrollan con un principio fundamental que es reducir actividades que generen desperdicios y que no agregan valor (Rahani. A, 2012), se busca demostrar la efectividad en la aplicación de esta metodología que se considera de vital importancia para la optimización de recursos en función del estudio de las pérdidas económicas por causa de desperdicios en la producción, este análisis se lo desarrolla con la aplicación de la toma de tiempos dentro de cada proceso con el fin de establecer retrasos en la producción, además el control del uso de la materia prima y de los recursos (Netland T, 2021).

Existen varias herramientas para la aplicación de este estudio que van en función de los desperdicios generados, puede ser mediante un enfoque de Muda (verificación de actividades o utilización de recursos que no agregan valor para los objetivos del proceso en una organización) o Muri (utilización irracional de los recursos en una organización), para ello es importante la elaboración de una breve descripción de la implementación de un plan de mejoras dentro de la empresa como por ejemplo el involucramiento de los directivos para la discusión de la visión de la implementación de esta metodología; y, además de comunicar este plan a toda la organización se debe clasificar los problemas de calidad del producto, así como los tiempos de espera denominados tiempos muertos (González. F, 2007).

En este sentido cabe destacar que en los últimos años el sector empresarial en nuestro país ha tenido un declive económico debido a distintos factores, el más importante el tener que subsistir a una

pandemia mundial que afecta directamente a todos los sectores empresariales, como es el caso de la empresa ambateña Hidalgo Curtiduría dedicada al curtido de cuero y que ha atravesado distintas crisis económicas desde su creación, pero en los últimos tres años han tenido pérdidas significativas en consecuencia de la paralización de las actividades por la pandemia, así mismo un declive total en sus ventas por problemas en la calidad de sus productos y los desperdicios generados durante sus procesos.

Por ello la empresa busca eliminar retrasos en las entregas debido a que en el área de terminado se presentan cuellos de botella producidos por las demoras; además, se identifica como problema principal el proceso de saneado, enfocado en la limpieza profunda de la piel, como uno de los que más desperdicio origina en materia prima debido al tiempo utilizado durante su realización. Por otro lado, también se identificó un alto desperdicio energético por el consumo excesivo de energía para la operación de maquinaria producto del mal cálculo en los tiempos utilizados entre procesos del curtido.

### **Manufactura Esbelta**

La metodología de manufactura esbelta es considerada como una poderosa herramienta en el mejoramiento de procesos de manufactura y en la eliminación de actividades que no agregan valor a los productos, con base en un artículo que busca reducir los tiempos de entrega, valor agregado minimizando y la eliminación de los cuellos de botellas generados dentro de la producción bajo un estudio de tiempos con un análisis del Takt Time además se usaron herramientas como diagrama de espina de pescado, diagrama de Pareto y optimización de diseño para una reducción 15 a 16 min en las actividades de los procesos productivos (Nallusamy. S, 2021).

Existen otros métodos estudiados como la implementación de un método denominado producción ajustada con el fin de reducir los desechos, para ello el autor ha implementado la gestión visual como mecanismo de estudio, bajo este parámetro se desea encontrar las herramientas de visualización mediante el método de la observación in situ, con esto se podrá comprender de mejor manera las características de las herramientas de gestión visual dentro de los procesos (Feng. Y. y Murata. K. , 2020). Estas herramientas son muy usadas en pequeñas y medianas industrias en el artículo analizado el autor se enfoca en establecer la implementación de manufactura esbelta en industrias de fabricación de bandas de mediana escala, con este estudio logró disminuir el tiempo de entrega 1256 min y el incremento en la producción del 9% (Punna Rao. G, 2020).

La aplicación de conceptos de manufactura esbelta en los procesos de una línea de ensamble automotriz está enfocada en la implementación de una de las herramientas con el objetivo de garantizar las buenas prácticas en el ámbito de la seguridad ocupacional optimizando el entorno laboral en una industria de productores de automóviles (Fernandes. J, 2019). Se tomó como referencia a un artículo que describe las técnicas de mejoramiento en la calidad bajo las herramientas existentes de la manufactura esbelta en la industria de la construcción en donde se tienen muy buenas referencias para mejorar el sistema productivo, los autores estudiaron cada herramienta logrando la reducción de desperdicios (Veena. T. y Prabhushankar. G, 2019).

Un estudio basado en la revisión y análisis de la literatura de manufactura esbelta tomando en consideración un análisis comparativo de la actualidad con la recesión a principios del XXI para especificar las técnicas, definiciones, objetivos y herramientas a través de estudios empíricos, muestran un gran avance en las nuevas técnicas para el mejoramiento de la calidad dentro de los procesos productivos (Gangala. C, 2017). Cada día son más las empresas que implementan las herramientas de manufactura esbelta para lograr la competitividad dentro del mercado nacional e internacional creando una cultura de organización en todas las actividades.

## **Metodología**

### **Tipo de diseño y enfoque**

El tratamiento de los datos se lo realizó desde un enfoque cuantitativo, pues se basó en los datos obtenidos en la toma de tiempos de cada actividad de los procesos operativos en la obtención del cuero curtido WET-BLUE.

### **Muestra**

La población que intervino en este estudio fueron los empleados de Hidalgo Curtiduría, los cuales se encuentran a cargo de los procesos productivos para el curtido del cuero Wet-blue, de esta manera, son participantes activos en la recolección de tiempos de producción que se utilizan para obtener este producto. Los datos obtenidos fueron de vital importancia para el desarrollo del proyecto de investigación, cuyo objetivo principal se basa en la optimización de los procesos productivos.

En la siguiente tabla se detallan el cargo y número de colaboradores involucrados:

**Tabla 1.** *Tamaño de la población de estudio*

<b>Población</b>	<b>Elemento</b>	<b>%</b>
Jefe de producción	1	5.90
Jefe de calidad	1	5.90
Operarios	15	88.20
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>100%</b>

Debido a que la población no es superior a 100 personas, se trabajó con el total de la población sin necesidad de tener realizar el cálculo de una muestra.

### **Recolección de información**

En el desarrollo del presente proyecto de investigación para la optimización de los procesos productivos de cuero curtido Wet-blue en la empresa Hidalgo Curtiduría, por medio de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta, se realizó la recolección de tiempos de producción manejados por los colaboradores mediante el uso de la observación como principal método de recolección de datos, el cual permitió obtener información no obstructiva respecto al tiempo y ciclo de trabajo para cada actividad detallados en el formato correspondiente. Los datos obtenidos permitieron conocer el promedio de tiempo que se toman los trabajadores en cada una de las actividades desarrolladas y en el proceso de producción total hasta la obtención del cuero curtido Wet-blue.

### **Procesamiento de la información y análisis estadístico**

El desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó en tres fases:

#### **Fase 1:** Levantamiento de información

Toma de datos dentro del proceso de cuero curtido Wet-blue.

- Revisión de la información recopilada dentro de la empresa a través de la observación directa y las técnicas de medición.
- Análisis e interpretación de las herramientas las cuales permiten identificar los desperdicios generados en el proceso productivo actual de la empresa.
- Análisis de tiempos y movimientos de las operaciones que abarca el proceso de cuero curtido Wet-Blue.

- Interpretación de resultados mediante la evaluación del estado mejorado de la empresa.

**Fase 2:** Selección de herramientas de manufactura esbelta

- Revisión literatura de las herramientas de manufactura esbelta.
- Análisis de las herramientas aplicables para la optimización del proceso de cuero curtido Wet-Blue en la empresa.
- Selección de las herramientas de manufactura esbelta

**Fase 3:** Evaluación de los datos recolectados

- Análisis de los resultados obtenidos después de la elaboración e implementación de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas dentro del proceso de cuero curtido Wet-Blue.
- Interpretación de los resultados conseguidos en el presente estudio.

**Variables respuesta o resultados alcanzados**

El estudio de este trabajo está enfocado en el análisis de la herramienta más efectiva para la aplicación de la manufactura esbelta con el fin de optimizar el proceso productivo del curtido de cuero Wet-blue en la empresa Hidalgo Curtiduría. De esta forma los resultados esperados radican en la reducción de tiempos que generen desperdicios, así como también los cuales no aporten ningún valor al producto, es así que se buscó conseguir que la empresa adopte una cultura de reducción y un sistema de producción con menos desperdicios con la finalidad de generar mayor margen de rentabilidad, para ello se identificaron las actividades que más generan este tipo de desperdicios.

Por otro lado, se espera que dentro del estudio existe un enfoque de cambio para la reducción del inventario en función de la simplificación del número de unidades procesadas, estas actividades ayudarán a disminuir los productos estancados en bodega debido a que no han sido vendidos por un largo tiempo, esto es denominado por la empresa como “hueso”. Por ello el beneficio es significativo ya que se reducirá la pérdida generada por estas unidades no vendidas que generan gastos y no ganancias por el tiempo de estancia en bodega.

**Asignación de herramientas de mejora**

Para seleccionar las herramientas adecuadas y de esta manera reducir los desperdicios generados en el proceso se utilizó la matriz detallada en la figura 20, en la misma se muestran herramientas

relacionadas a acciones correctivas con respecto a los desperdicios (mudas) presentes en la producción, para el uso de esta matriz se emplea la siguiente codificación por colores.

- **Verde:** cuando existe una relación alta entre las herramientas de mejora y los desperdicios.
- **Naranja:** si existe una relación media entre las herramientas de mejora y los desperdicios.
- **Rojo:** si existe una relación baja entre las herramientas de mejora y los desperdicios.

Herramientas \ Desperdicios	Jidoka	SMED	Fabrica Visual	Estandarización	TPM	Kanban	Kaizen
Esperas	Rojo	Naranja	Naranja	Verde	Verde	Naranja	Naranja
Movimientos innecesarios	Rojo	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Naranja	Naranja
Sobre procesamiento	Naranja	Rojo	Naranja	Verde	Rojo	Verde	Verde
Transportes innecesarios	Rojo	Verde	Naranja	Verde	Naranja	Rojo	Rojo
Sobre producción	Rojo	Rojo	Naranja	Verde	Rojo	Verde	Naranja
Reproceso	Naranja	Rojo	Naranja	Rojo	Verde	Rojo	Verde
Inventario	Rojo	Rojo	Naranja	Verde	Rojo	Verde	Naranja

**Figura 1.** Asignación de herramientas de mejora

Con las relaciones determinadas entre las herramientas de mejora con los desperdicios, se puede evidenciar claramente cuáles de ellas son aplicables para corregir y/o reducir los desperdicios que causan mayores impactos negativos al proceso productivo de cuero curtido Wet-Blue.

### Identificación de aspectos para la toma de decisión

Se analizaron cuatro aspectos, a criterio del investigador son imprescindibles considerarlos, estos son:

- a) Costo
- b) Beneficios
- c) Fácil implementación
- d) Tiempo para implementar

### Asignación de pesos a cada aspecto

Para cada aspecto considerado se establece un peso de acuerdo a la tabla 2, se detalla a continuación:

**Tabla 2:** *Pesos de los aspectos*

Aspecto	Peso
Costo	10
Beneficios	9
Facilidad para implementar	8
Tiempo de implementación	7

### Alternativas de las herramientas de manufactura esbelta

En relación con lo investigado y estudiado se consideran como principales herramientas de la manufactura esbelta las siguientes:

- a) Jidoka
- b) SMED
- c) Fábrica Visual
- d) Estandarización
- e) TPM
- f) Kanban
- g) Kaizen

### Matriz de alternativas para decisión

En la tabla 3 se detalla la valoración para cada alternativa de decisión, en función de los resultados que se puedan obtener con la aplicación de cada una de las herramientas de manufactura esbelta consideradas:

**Tabla 3:** *Matriz de alternativas para decisión*

Alternativas	Costo	Beneficios	Facilidad para implementar	Tiempo de implementación
Jidoka	6	6	4	5

SMED	5	7	5	6
Fábrica Visual	3	5	5	6
Estandarización	7	8	7	8
TPM	8	9	8	7
Kanban	7	8	6	6
Kaizen	6	6	6	5

### Valoración de la matriz de alternativas para decisión

**Tabla 4:** *Matriz valorada de alternativas para decisión*

Alternativas	Costo	Beneficios	Facilidad para implementar	Tiempo de implementación	Total
Jidoka	60	54	32	35	<b>181</b>
SMED	50	63	40	42	<b>195</b>
Fábrica Visual	30	45	40	42	<b>157</b>
Estandarización	70	72	56	56	<b>254</b>
TPM	80	81	64	49	<b>274</b>
Kanban	70	72	48	42	<b>232</b>
Kaizen	60	54	48	35	<b>197</b>

En la tabla 4 se detallan las valoraciones obtenidas para cada alternativa de las herramientas de manufactura esbelta a considerar en la presente investigación, según los resultados obtenidos y con mayor puntaje están las herramientas de TPM (Mantenimiento Productivo Total) con 274 y la estandarización con 254 puntos, en este sentido son las herramientas a implementar para optimizar el proceso de fabricación de cuero curtido Wet-Blue en la curtiduría Hidalgo.

### Desarrollo de la propuesta del TPM

Para el desarrollo de la propuesta se utiliza la metodología usada por (Apaico Capatinta. F, 2017), las etapas se detallan en la tabla 5:

**Tabla 5.** *Etapas de implementación del TPM.*

<b>Fase</b>	<b>Etapas</b>	<b>Aspectos de la Gestión</b>
Preparación	1. Decisión de aplicar el TPM en la empresa	La alta dirección hace público su decisión de tener a cabo un programa de TPM a través de reuniones internas
	2. Capacitación e información sobre el TPM	Campañas informativas a todas las áreas para la introducción al TPM
	3. Estructura promocional sobre el TPM	Formar comités especiales en cada área para promover el TPM.
	4. Objetivos y políticas básicas del TPM	Analizar las condiciones existentes. Establecer objetivos y prever resultados
	5. Plan maestro de desarrollo del TPM	Preparar planes centrados con la actividad a desarrollar a los plazos de tiempo que se prevén para ello
Introducción	6. Arranque formal del TPM	Inicio y desarrollo invitando a clientes e invitados
Implantación	7. Mejorar la efectividad de los equipos	Seleccionar un equipo con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar
	8. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	Programa básico y formación adecuada

	9. Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Incluir el mantenimiento periódico o con parada, correctivo y predictivo
	10. Formación para elevar capacidades de mantenimiento	Enseñar a los correspondientes miembros del grupo
	11. Establecer seguridad e higiene en el trabajo	Instruir a los colaboradores a fin de que conozcan las áreas seguras y evitar accidentes
Consolidación	12. Consolidar el TPM y evaluar las metas	Mantener y mejorar los resultados a obtener

Fuente: [36].

## Resultados

### Identificación del proceso

En el proceso productivo de cuero curtido Wet-Blue se consideran algunos subprocesos, cada subproceso posee actividades diferentes. A continuación, se detallan cada uno de los subprocesos y actividades del proceso de cuero curtido Wet-Blue.

**Tabla 6.** *Subprocesos y actividades: cuero curtido wet-blue*

Subproceso	Actividades
Limpieza	1 Pesar la piel fresca
	2 Cortar genitales y colas de la piel
	3 Inspeccionar la materia prima
	4 Transportar hacia la planta de producción
	5 Pesar la piel fresca sin genitales y colas
	6 Transportar la piel fresca a la zona de remojo - pelambre

	7 Ingresar la piel al bombo con productos químicos (Remojo pelambre)
	8 Iniciar el remojo
	9 Iniciar el pelambre y dosificación de químicos
	10 Transportar la piel a la zona de descarne
Separación de la carnaza	11 Retirar la carne y grasa de la piel (Descarne)
	12 Dividir
	13 Pesar la materia orgánica
	14 Preparar los compuestos químicos con su medida y peso exacto
Curtido	15 Transportar la piel a la zona de curtido
	16 Ingresar la piel al bombo con productos químicos
	17 Curtir
	18 Transportar hacia el proceso de escurrido
Escurrido	19 Remover el contenido de agua (Escurrido)
Rebajado	20 Reducir el espesor del cuero (Rebajado)
	21 Clasificar el Wet-Blue
Clasificado del Wet-Blue y Almacenado	22 Transportar al almacenado del Wet-Blue (Producto final)

El resultado del cursograma analítico (diagrama de flujo de proceso) evidencia la existencia de actividades que no agregan valor al proceso de fabricación de cuero curtido Wet-Blue y esto significa desperdicios para la empresa; en donde, sobresalen 8 eventos (actividades), por ello se propone disminuir estos tiempos improductivos estandarizándolos para obtener mejor eficiencia en la producción de cuero curtido Wet-Blue.

### Desperdicios identificados

Para la caracterización de los desperdicios se realizó un análisis por cada uno de los subprocesos, en los cuales se identificaron dos de los desperdicios que contempla el lean manufacturing (espera y transporte).

**Tabla 7. Desperdicios identificados en el proceso**

 <b>DESPERDICIOS IDENTIFICADOS</b> 												
Subproceso	Actividad / Evento	Sobrepoducción	Reprocesos	Esperas	Transportes	Movimientos Inecesarios	Inventarios	Sobre procesos	Acción			
									Eliminar	Reducir	Mejorar	
Limpieza	Pesar la piel fresca											
	Cortar genitales y colas de la piel											
	Inspeccionar la materia prima			X								X
	Transporte hacia la planta de producción				X							X
	Pesar la piel fresca sin genitales y colas											
	Transportar la piel fresca a la zona de remojo - pelambre					X						X
	Ingresar la piel al bombo con productos químicos (Remojo pelambre)			X								X
	Inicio de remojo											
	Inicio de pelambre y dosificación de químicos											
Separación de la carmaza	Transportar la piel a la zona de descarne				X							X
	Retirar la carne y grasa de la piel (Descarne)											
	Dividido											
Curtido	Pesar la materia organica											
	Preparar los compuestos químicos con su medida y peso exacto			X								X
	Transportar la piel a la zona de curtido				X							X
	Ingresar la piel al bombo con productos químicos											
Ecurrido	Curtido											
	Transporte hacia el proceso de escurrido				X							X
Rebajado	Remoción del contenido de agua (Ecurrido)											
	Reducción del espesor del cuero (Rebajado)											
Clasificado del Wet-Blue y Almacenado	Clasificado del Wet-blue											
	Transporte al almacenado del Wet-blue (Producto final)				X							X
<b>Total absoluto</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				
<b>Total porcentajes</b>		<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>33,33%</b>	<b>66,67%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>				

En la tabla 7 se aprecia que del total de las 9 que se identificaron como actividades de desperdicio, el 66.67% corresponden a transportes y con respecto a las esperas al 33.33%.

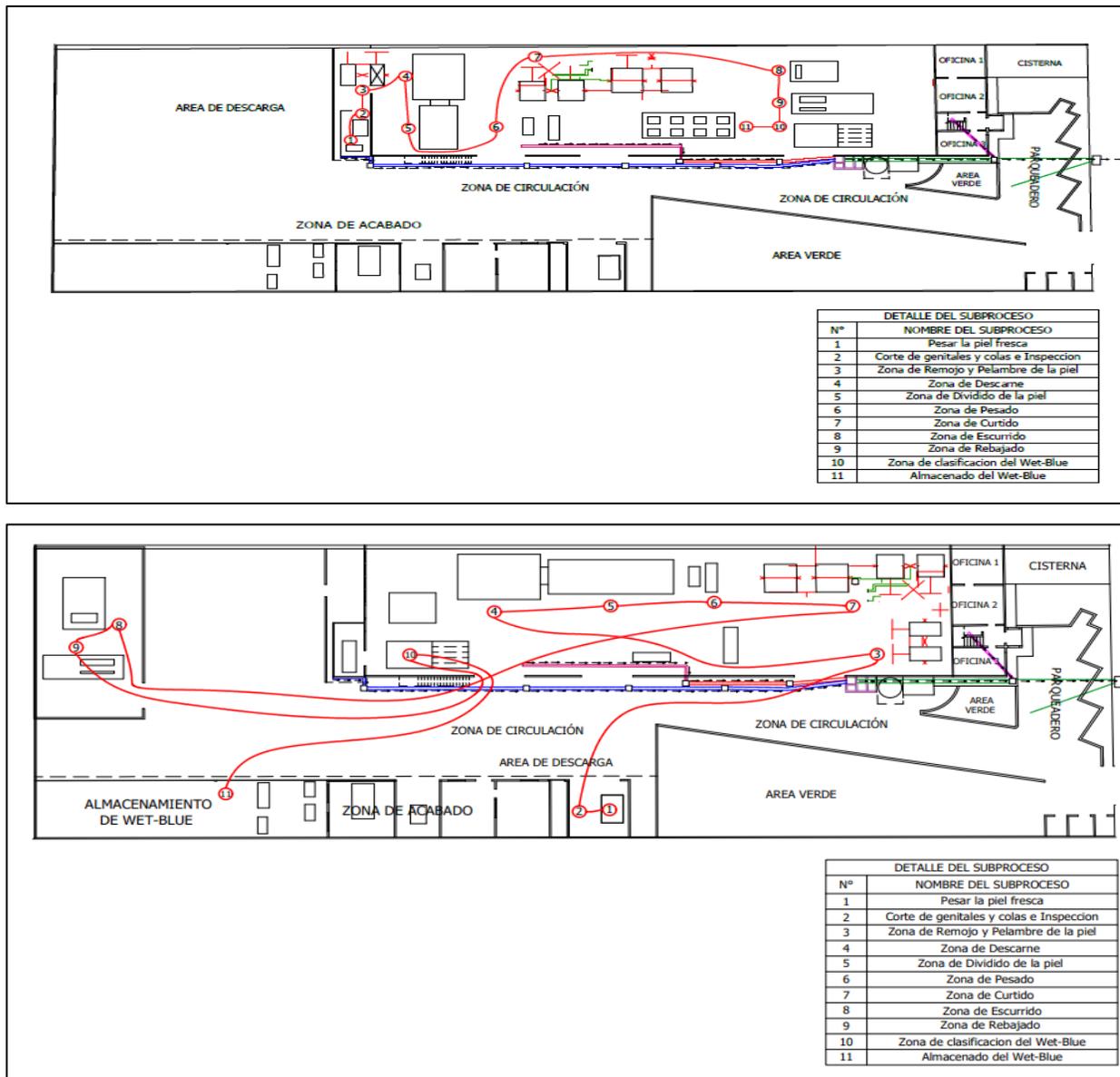
**Tabla 8.** Diagrama de flujo de procesos

Ubicación:		Curtiduría Hidalgo			Resumen			
Actividad:		Producción de bandas Wet-blue			Evento	Presente	Propuesta	Ahorros
Fecha:	9/5/2022			Operación	14			
Operador:	J.H	Analista:	Milton Bautista	Transporte	6			
Encierre el método y tipo apropiados				Retrasos	0			
Método:	Presente	Propuesto		Inspección	2			
Tipo:	Trabajador	Material	Máquina	Almacenamiento	0			
Comentarios:				Tiempo(min)	0.45085			
				Distancian(m)	105			
				Costo				
Descripción de los eventos		Símbolo		Tiempo (en horas)	Distancia (en metros)	Recomendaciones al método		
						Agrega Valor	No Agrega Valor	
Pesar la piel fresca		○ → □ ▽		0.00300	0	X		
Cortar genitales y colas de la piel		○ → □ ▽		0.00852	0	X		
Inspeccionar la materia prima		○ → □ ▽		0.00837	0		X	
Transporte hacia la planta de producción		○ → □ ▽		0.00194	20		X	
Pesar la piel fresca sin genitales y colas		○ → □ ▽		0.00396	0	X		
Transportar la piel fresca a la zona de remojo - pelambre		○ → □ ▽		0.00187	5		X	
Ingresar la piel al bombo con productos químicos (Remojo pelambre)		○ → □ ▽		0.00396	0	X		
Inicio de remojo		○ → □ ▽		0.03310	0	X		
Inicio de pelambre y desinfección de químicos		○ → □ ▽		0.05479	0	X		
Transportar la piel a la zona de descarnar		○ → □ ▽		0.00189	10		X	
Retirar la carne y grasa de la piel (Descarne)		○ → □ ▽		0.04516	0	X		
Dividido		○ → □ ▽		0.05863	5	X		
Pesar la materia orgánica		○ → □ ▽		0.00404	0	X		
Preparar los compuestos químicos con su medida y peso exacto		○ → □ ▽		0.00450	0	X		
Transportar la piel a la zona de curtido		○ → □ ▽		0.00420	15		X	
Ingresar la piel al bombo con productos químicos		○ → □ ▽		0.00576	0	X		
Curtido		○ → □ ▽		0.08270	0	X		
Transporte hacia proceso de escurrido		○ → □ ▽		0.00628	35		X	
Remoción del contenido de agua (Eскурrido)		○ → □ ▽		0.03717	0	X		
Reducción del espesor del cuero (Rebajado)		○ → □ ▽		0.01396	0	X		
Clasificado del Wet-blue		○ → □ ▽		0.06276	0		X	
Transporte al almacenado del Wet-blue (Producto final)		○ → □ ▽		0.00429	15		X	

A partir de este insumo se establece la siguiente propuesta que consiste en:

- Evaluación de actividades que no agregan valor que pueden ejecutarse de manera paralela; y,
- Elaboración de VSM mejorado.

Con el objetivo de minimizar las distancias recorridas y en base al análisis SLP se propone la siguiente redistribución física para el proceso de cuero curtido Wet-Blue en la Curtiduría Hidalgo, se describe de manera gráfica el Lay Out propuesto Vs el Lay Out actual de la empresa, la figura 2 muestra el detalle.



**Figura 2.** Lay Out propuesto Vs el Lay Out actual

Evaluando las actividades que no agregan valor con el Lay Out propuesto en el proceso de fabricación de cuero curtido Wet-Blue se busca reducir los tiempos de fabricación. En la tabla 9 se detalla en base al tiempo estándar establecido para cada etapa, las actividades que no agregan valor y que se pueden estandarizar para realizarlas de manera paralela en el proceso de fabricación de cuero curtido Wet-Blue.

**Tabla 9.** Evaluación actividades que no agregan valor al tiempo del ciclo

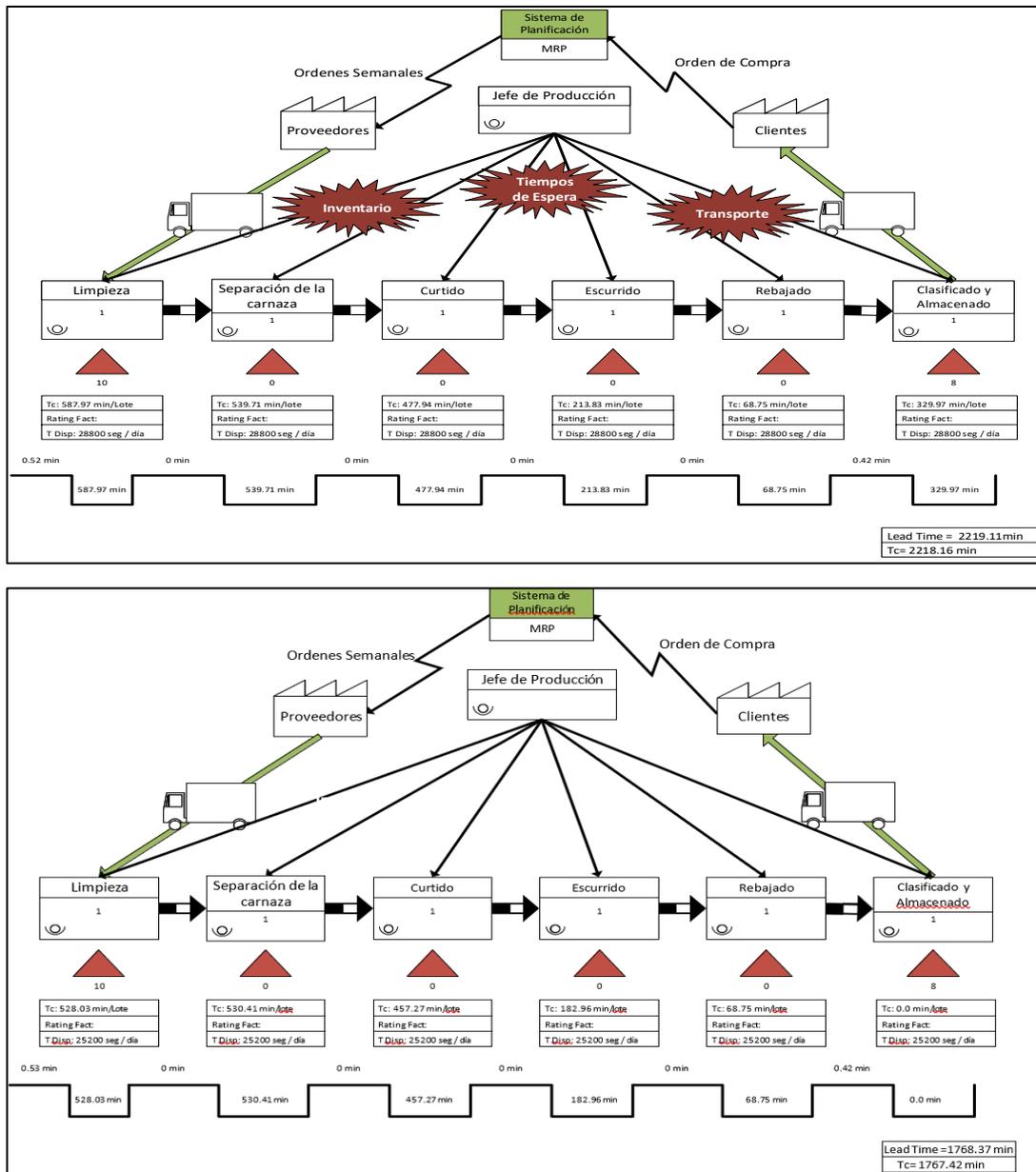
		EVALUACIÓN ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR						
Actividad / Evento	Tiempo Básico (horas)	Coefficiente de descuento	Frecuencia / Unidad (gramos)	Tiempo estándar / Unidad (horas)	Tiempo de ciclo (Horas)	Actividades que agregan valor	Actividades que no agregan valor	
Pesar la piel fresca	0.289	1.26	0.0083	0.0030	0.0030	X		
Cortar genitales y colas de la piel	0.752	1.37	0.0083	0.0085	0.0115	X		
Inspeccionar la materia prima	0.728	1.39	0.0083	0.0084			X	
Transporte hacia la planta de producción	0.197	1.19	0.0083	0.0019			X	
Pesar la piel fresca sin genitales y colas	0.265	1.8	0.0083	0.0039	0.0155	X		
Transportar la piel fresca a la zona de remojo - pelambre	0.189	1.19	0.0083	0.0019			X	
Ingresar la piel al bombo con productos químicos (Remojo pelambre)	0.392	1.22	0.0083	0.0040	0.0194	X		
Inicio de remojo	4.000	1	0.0083	0.0331	0.0525	X		
Inicio de pelambre y dosificación de químicos	6.620	1	0.0083	0.0548	0.1073	X		
Transportar la piel a la zona de descarte	0.192	1.19	0.0083	0.0019			X	
Retirar la carne y grasa de la piel (Descarne)	4.065	1.3	0.0085	0.0452	0.1525	X		
Dividido	5.277	1.3	0.0085	0.0586	0.2111	X		
Pesar la materia organica	0.262	1.8	0.0085	0.0040	0.2151	X		
Preparar los compuestos químicos con su medida y peso exacto	0.305	1.21	0.0122	0.0045	0.2196	X		
Transportar la piel a la zona de curtido	0.290	1.19	0.0122	0.0042			X	
Ingresar la piel al bombo con productos químicos	0.388	1.22	0.0122	0.0058	0.2254	X		
Curtido	6.800	1	0.0122	0.0827	0.3081	X		
Transporte hacia el proceso de escurrido	0.400	1.3	0.0121	0.0063			X	
Remoción del contenido de agua (Eскурrido)	2.368	1.3	0.0121	0.0372	0.3453	X		
Reducción del espesor del cuero (Rebajado)	0.890	1.3	0.0121	0.0140	0.3592	X		
Clasificado del Wet-blue	3.702	1.39	0.0122	0.0628			X	
Transporte al almacenado del Wet-blue (Producto final)	0.297	1.19	0.0122	0.0043	0.36354		X	

### Tiempo de permanencia

El tiempo de permanencia a considerarse para el mapa de flujo de valor mejorado se mantiene en 0.95 minutos.

### VSM mejorado

Con el nuevo tiempo estándar por lote, el tiempo de permanencia y con la identificación de los desperdicios o mudas del proceso de obtención el cuero curtido WET-BLUE, se representa el mapa de flujo de valor actual VS mapa de flujo de valor mejorado, como se muestra en la figura 3.



**Figura 3.** mapa de flujo de valor actual VS mapa de flujo de valor mejorado

En la tabla 10 se aprecia que con la información proporcionada la disponibilidad, efectividad y calidad es del 89.63%, 96.69% y 96.58% respectivamente, obteniéndose una eficiencia global de equipos del 83.70%, valor que puede ser aceptado pero que la empresa debe apuntar a la mejora continua con la implementación del TPM.

**Tabla 10.** Efectividad global de equipos (OEE)

Indicador Calculado	Notación	Forma de Cálculo	Valor Obtenido
Tiempo de funcionamiento	TF	$TF = TD - TPP$	8100
Tiempo del periodo de operación	TPO	$TPO = TF - TPE$	7740
Tiempo de operación neta	TON	$TON = TPO - TPPE$	7260
Tiempo de operación utilizable	TOU	$TOU = TON - TPOP$	7020
Tiempo productivo neto	TPN	$TPN = TOU - TPD$	6780
Disponible	D	$D = (TON/TF) * 100$	89.63%
Efectividad	E	$E = (TOU/TON) * 100$	96.69%
Calidad	C	$C = (TPN/TOU) * 100$	96.58%
<b>Efectividad Global de los Equipos</b>	<b>EG</b>	<b><math>EG = E * D * C</math></b>	<b>83.70%</b>

### Análisis e interpretación de resultados

Posterior a la evaluación de las actividades que agregan valor y las que no agregan se calcula el nuevo tiempo del ciclo, el cual se va sumando al tiempo estándar de cada actividad anterior sin considerar el tiempo de las actividades externas, en total se obtiene un tiempo actual de ciclo estándar de 0.36354 horas, esto significa que en la Curtiduría Hidalgo se podría producir una banda de cuero curtido Wet-Blue de 9500 gramos cada 0.36354 horas, lo que se convierte en una producción de 2.75 bandas de cuero curtido Wet-Blue por hora. En este sentido la producción se ve aumentada en un 24,07%, según se muestra en la tabla 11.

**Tabla 11.** Incremento de producción

Tiempo total ciclo actual fabricación de cuero curtido Wet-Blue	0,45085 horas
Tiempo total estándar actividades que no agregan valor	0,08731 horas
Tiempo total ciclo de fabricación sin actividades que no agregan valor	0,36354 horas
Producción diaria con tiempo ciclo actual	<b>17,74 uni.</b>

Producción sin actividades que no agregan valor	<b>22,01 uni.</b>
Porcentaje de incremento de la producción	<b>24,07%</b>

### Takt time vs tiempo de ciclo propuesto

Takt time / tiempo de ciclo	
 	
<b>Demanda Promedio Mensual</b> <span style="float: right;">478</span>	
Días laborales	25
Jornada diaria (horas)	8
Turnos	1
Descansos x turno (min)	60
<b>Tiempo disponible</b> <span style="float: right;">25200 seg.</span>	
<b>Demanda diaria</b> <span style="float: right;">19</span>	
<b>TAKT TIME</b> <span style="float: right;">1317 seg/unidad</span>	
<b>TIEMPO DE CICLO</b> <span style="float: right;">1206 seg/unidad</span>	
Producción (diaria)	22
% de Productos Conformes	95%
Unidades Producidas "aptas"	20.90
Takt Time vs. Tiempo de Ciclo	
Takt Time	1317 52%
Tiempo de Ciclo	1206 48%
<b>TOTAL</b>	<b>2523 100%</b>
GAP (Brecha)	
<b>4%</b>	

**Figura 4.** Takt time vs tiempo de ciclo propuesto

El tiempo de ciclo propuesto indica que el proceso tarda 1206 segundos por unidad, con una brecha positiva del 4% respecto del takt time que es de 1317 por unidad, esto significa que el tiempo o el ritmo al que el mercado hace la demanda de unidades de Wet-Blue es menor al tiempo que hace falta para producir este producto, por lo que se podría cumplir con la demanda, según se detalla en la figura 4.

### Tiempo estándar mejorado por lote de producción

Para el análisis del mapa de flujo de valor mejorado se consideró el tiempo estándar en minutos por lote de producción de cuero curtido de cada subproceso, que según el análisis de estandarización para el subproceso de limpieza es de 528.03 minutos, subproceso de separación de la carnaza 530.41 minutos, curtido 457.27 minutos, escurrido 182.96 minutos, rebajado 68.75 minutos y para el subproceso de clasificado de Wet-Blue y almacenado el tiempo es de 0 minutos por lote, en consecuencia el tiempo estándar mejorado por lote de producción es de 1767.42 minutos, como se detalla en la figura 26.

**Tabla 12. Tiempo estándar mejorado por lote**

 <b>Tiempo Estándar mejorado por Lote</b> 					
Subproceso	Actividades	Tiempo estándar por actividad (horas)	Tiempo estándar por subproceso (horas)	Tiempo estándar por lote (horas)	Tiempo estándar por lote (minutos)
Limpieza	1 Pesar la piel fresca	0.003	0.107	6.439	528.03
	2 Cortar genitales y colas de la piel	0.009			
	3 Inspeccionar la materia prima				
	4 Transportar hacia la planta de producción				
	5 Pesar la piel fresca sin genitales y colas	0.004			
	6 Transportar la piel fresca a la zona de remojo - pelambre				
	7 Ingresar la piel al bombo con productos químicos (Remojo pelambre)	0.004			
	8 Iniciar el remojo	0.033			
	9 Iniciar el pelambre y dosificación de químicos	0.055			
Separación de la carmaza	10 Transportar la piel a la zona de descarne		0.108	6.468	530.41
	11 Retirar la carne y grasa de la piel (Descarne)	0.045			
	12 Dividir	0.059			
	13 Pesar la materia orgánica	0.004			
Curtido	14 Preparar los compuestos químicos con su medida y peso exacto	0.004	0.093	5.576	457.27
	15 Transportar la piel a la zona de curtido				
	16 Ingresar la piel al bombo con productos químicos	0.006			
	17 Curtir	0.083			
Ecurrido	18 Transportar hacia el proceso de escurrido		0.037	2.231	182.96
	19 Remover el contenido de agua (Ecurrido)	0.037			
Rebajado	20 Reducir el espesor del cuero (Rebajado)	0.014	0.014	0.838	68.75
Clasificado del Wet-Blue y Almacenado	21 Clasificar el Wet-Blue		0.000	0.000	0.00
	22 Transportar al almacenado del Wet-Blue (Producto final)				
<b>Tiempo total estándar en minutos por lote de 82 unidades de cuero cuertido Wet-Blue</b>					<b>1767.42</b>

## Discusión

La aplicación de herramientas de manufactura esbelta en los procesos productivos permite la eliminación de desperdicios y la optimización continua, ha ganado prominencia en la mejora de procesos industriales, por tal motivo este artículo analiza la aplicación de estas herramientas y su impacto en la eficiencia operativa de la empresa Hidalgo Curtiduría. En este estudio se propuso analizar los datos cuantitativos claves para la disminución de desperdicios en las actividades que no agregan valor, con la estandarización de los procesos y la aplicación de un mantenimiento productivo total (TPM), de esta manera se busca optimizar los procesos productivos.

En el presente estudio se ha identificado que la empresa en sus actividades de producción cuentan con el 66.67% correspondientes a transportes y con respecto a las esperas al 33.33%, estos datos ocasionan el retraso con el tiempo estimado de entrega y a la vez no permite que sus operaciones sean óptimas. Con el estudio de tiempos realizado se identificó que se tiene una brecha negativa del 6%, con respecto al Takt time y el tiempo de ciclo esto significa que el tiempo o el ritmo al que

el mercado hace la demanda de unidades de Wet-Blue es mayor al tiempo que hace falta para producir este producto, por lo que no se podría cumplir con la demanda.

Con la aplicación de una estandarización de procesos que comprenden la modificación del Layout de la planta productiva se obtiene que las actividades que no agregan valor sean ejecutadas de manera paralela en el proceso de fabricación de cuero curtido Wet-Blue disminuyendo el tiempo estándar y así logrando una brecha positiva del 4% con respecto al Takt time y el tiempo de ciclo, estos resultados permiten cumplir con la demanda del mercado. Además se identificó la necesidad de implementar la ejecución en un mantenimiento productivo total en los equipos y máquinas para aumentar la eficiencia en los procesos productivos en la actualidad la empresa tiene una efectividad global del 83,7% valor que puede ser aceptado pero la empresa debe apuntar a la mejora continua con la implementación de esta herramienta.

### **Conclusiones**

En el proceso productivo actual el tiempo es de 0.45085 horas, ya aplicada la propuesta de estandarización y mejoras este tiempo se puede reducir a 0.36354 horas, siendo así que el porcentaje de incremento de la producción sería del 24.07%.

Las herramientas de manufactura esbelta apropiadas para la optimización del proceso de cuero curtido Wet-Blue son estandarización y TPM, las mismas que permitirán a la empresa reducir los desperdicios generados; y, además fortalecer todas las acciones posibles con los objetivos críticos para el buen funcionamiento de Curtiduría Hidalgo.

Con la identificación de los desperdicios generados en el proceso productivo del cuero curtido Wet-Blue en la curtiduría Hidalgo se pudo evidenciar que el proceso pasa en operaciones un 79.68 % del tiempo total, donde el 20.32 % representa las actividades que no agregan valor (desperdicios); además, el 63.63% de los eventos que se realizan son actividades que generan valor, el restante 36.37% son eventos (actividades) que no agregan valor al proceso

### **Referencias**

Apaioco Capatinta, F. E. (2017). Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en el área de amasadora en la empresa industrias Teal S.A., Lima 2017. Universidad César Vallejo.

- Feng, Y. y Murata, K. (2020). Exploring Characteristic of Visual Management as Lean Toolbox in Construction Worksite of Apartment House. Proceedings of the International Conference on Engineering and Information Technology for Sustainable Industry, n° 12, pp. 1-6.
- Fernandes, J. Godina, R. y Matias, J. (2019). Evaluating the Impact of 5S Implementation on Occupational Safety in an Automotive Industrial Unit. vol. 281.
- Gangala, C. Modi, M. Manupati, V. Varela, M. Machado J. y Trojanowska, J. (2017). Cycle Time Reduction in Deck Roller Assembly Production Unit with Value Stream Mapping Analysis. World Conference on Information Systems and Technologies, vol. 571, pp. 509-518.
- Gavriluta, A. (2019) Study on improvement of a manufacturing system using Lean Manufacturing Web of Science, vol. 20, pp. 365-370.
- González, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales herramientas. Panorama Administrativo, vol. 1, n° 2, pp. 85-112.
- Jácome, H. (2011). Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES. Zapatos de cuero de vestir para exportación. Centro de Investigaciones Económicas y de la Micro. Pequeña y Mediana Empresa, Quito.
- Jawahar, M. Babu, N. Ismail, M. y Vani, K. (2016). Compresión de imágenes de cuero para el sistema automático de gradación de cuero usando Multiwavelet, IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICIC), pp. 1-7.
- Nallusamy, S. (2021). Execution of lean and industrial techniques for productivity enhancement in a manufacturing industry. Materials Today: Proceedings, vol. 37.
- Netland, T. H. Schloetzer, J. D. y Ferdows, K.. (2021). Learning lean: rhythm of production and the pace of lean implementation,» International Journal of Operations & Production Management, vol. 41, n° 2
- Ortíz, D. (2018). Modelo de implementación del sistema de manufactura esbelta para la optimización de los procesos de producción textil, Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Punna Rao, G. V. Nallusamy, S. Chakraborty, P. y Muralikrishna, S. (2020). Study on Productivity Improvement in Medium Scale Manufacturing Industry by Execution of Lean Too. International Journal of Engineering, vol. 48, pp. 193-207.

- Rahani, A. R. y Al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. *Procedia Engineering*, vol. 41.
- Veena, T. y Prabhushankar, G. (2019). A literature review on lean, Six Sigma and ISO 9001:2015 in manufacturing industry to improve process performance. *International Journal of Business and Systems Research*, vol. 13, nº 2, pp. 162-180.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).