ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.929

Kanban Design and Implementation to reduce costs in a SME fragance producer

Caleb Miguel Alburqueque Rueda, Bachelor of Engineering[1]; Renato Jesus Romero Castillo, Bachelor of Engineering[2]; Marco Antonio Díaz Díaz, Master of Science[3]
[1,2,3]*Universidad Privada del Norte, Peru, n00256195@upn.pe, n00238436@upn.pe, marco.diaz@upn.edu.pe*

***Abstract*– The application of Lean methodologies stands out for organizing the workflow, guaranteeing production and minimizing costs. Although methodologies such as Kanban have proven to be effective in various types of industries, it has not been explored in depth in fragrance microenterprises. The study sought to determine the impact of the Kanban methodology on reducing costs in a fragrance-producing microenterprise by creating a replicable model. Using realistic restrictions to choose the best alternative, then its design and implementation, and simulation with the use of engineering standards, it was found that efficiency increased from 87.83% to 98.48%, while the opportunity cost was reduced, achieving a profit of $5953.25. In addition, the financial indicators of NPV of $264.82 and an IRR of 16.20% demonstrated the viability of the proposal. This study contributes to the use of Lean methodologies in microenterprises with limited resources by offering a practical and effective solution.**

***Keywords*-- Kanban, cost optimization, efficiency, financial indicators, fragrance production.**

Diseño e implementación de Herramienta Kanban para reducir costos en una microempresa productora de fragancias

Caleb Miguel Alburqueque Rueda, Bachiller en Ingeniería Industrial[1]; Renato Jesus Romero Castillo, Bachiller en Ingeniería Industrial[2]; Marco Antonio Díaz Díaz, Máster en Ciencias[3]
[1,2,3]*Universidad Privada del Norte, Perú, n00256195@upn.pe, n00238436@upn.pe, marco.diaz@upn.edu.pe*

Resumen– La aplicación de metodologías Lean destaca por organizar el flujo de trabajo, garantizar la producción y minimizar los costos. Aunque metodologías como Kanban han demostrado ser efectivas en diversos tipos de industrias, no se ha explorado en profundidad en microempresas de fragancias. El estudio buscó determinar el impacto de la metodología Kanban en la reducción de costos de una microempresa productora de fragancias creando un modelo replicable. Con el uso de restricciones realistas para elegir la mejor alternativa, posteriormente su diseño e implementación y la simulación con el uso de estándares de ingeniería, se obtuvo que la eficiencia aumentó del 87.83% al 98.48%, mientras que el costo de oportunidad se redujo, logrando un beneficio de $5953.25. Además, los indicadores financieros de VAN de $264.82 y un TIR del 16.20% demostraron la viabilidad de la propuesta. Este estudio contribuye al uso de metodologías Lean en microempresas con recursos limitados al ofrecer una solución práctica y efectiva.

Palabras clave-- Kanban, eficiencia, costos, análisis económico, producción de fragancias.

I. Introducción

A. Realidad Problemática

En el sector de la producción, la aplicación de metodologías Lean, como el sistema Kanban, destaca por su capacidad para organizar el flujo de trabajo, garantizar la producción en tiempo y forma, y minimizar los costos derivados de incumplimientos en los planes de producción [1].

El presente estudio se centró en una microempresa que se encarga de la producción de colonias a pequeña escala, así como su comercialización en Perú, trabajando principalmente con perfumerías. Gracias a su largo trayecto en el sector, ha logrado crear una ventaja competitiva en nichos específicos no atendidos por la competencia. Sin embargo, se ha identificado que, en el último año, la empresa ha incurrido en costos adicionales que ralentizan su crecimiento.

Dicho problema se encuentra en el área de producción, dónde se fabrican colonias divididas en presentaciones de 1000 ml, 500 ml, 250 ml y 60 ml que son fabricadas según las necesidades de producción basadas en los pedidos realizados por los clientes mes a mes. Debido a la nula automatización y los limitados recursos que cuenta la empresa, en la mayoría de situaciones se incumple con el plan de producción mensual. Esto se evidencia en los 140 artículos que no fueron fabricados en el último mes, que, multiplicados por su precio de venta, generan un costo de oportunidad mensual de $796.73 (consulte Tabla 2)

TABLA 1
INGRESOS PROYECTADOS DEL ÚLTIMO MES

Presentación	Precio de venta	Cantidad planificada (und)	Ingresos proyectados
1000 ml	$28	200	$1,482.29
500 ml	$14	350	$1,297
250 ml	$10	300	$794.08
1000 ml x 60 ml	$45	300	$3573.37
Total		1150	$7146.74

En la Tabla 1 se observan las 4 formas en que son ofrecidos las 4 presentaciones al público, así como el precio de venta en cada caso, ello para realizar una proyección de cuál sería el ingreso para el mes, llegando a un total de $27,000.

TABLA 2
COSTO DE OPORTUNIDAD DEL ÚLTIMO MES

Presentación	Cantidad producida	Cantidad no producida	Costo de oportunidad
1000 ml	180	20	$148.23
500 ml	300	50	$185.29
250 ml	260	40	$105.88
1000 ml x 60 ml	270	30	$357.34
Total	1010	140	$796.73

En la Tabla 2 se detallan las cantidades producidas y no producidas en el último mes, representando valores de 1010 y 140 unidades respectivamente.

B. Antecedentes de la investigación

En la referencia [2] analizaron el proceso de producción de chifle ecuatoriano utilizando el método Kanban para mejorar la organización y comunicación en la línea de producción. Identificaron un cuello de botella en el pelado, con un tiempo de 96 minutos y dos trabajadores involucrados. Antes de implementar Kanban, la eficiencia era del 69.89%, y tras la propuesta, se proyectó un aumento al 78.53%. Concluyeron que Kanban mejora la eficiencia, optimiza el flujo de operaciones y reduce costos.

La referencia [3] implementó el sistema Kanban en el área de producto terminado de Panafoods S.A.C., utilizando un diseño

pre-experimental con 33 colaboradores y herramientas como VSM, 5S, tableros y tarjetas Kanban. Los resultados mostraron un aumento del 2.37% en la productividad de mano de obra, una mejora de 15 segundos en el tiempo de ciclo por lata y un incremento del OEE de 81.1% a 94.3%. Concluyeron que Kanban organizó las sub-áreas, sincronizó actividades, mejoró el flujo de trabajo y redujo desperdicios.

La referencia [4] aplicó un sistema Kanban en la línea de inspección de jeringuillas de Amgen Manufacturing Limited, enfocándose en la logística de suministros para mejorar la productividad. Se creó un equipo de "Repartidores" compuesto por dos personas por turno, encargado de suministrar materiales y productos a la línea de inspección, lo que redujo la carga de trabajo y el desperdicio de movimientos. Los resultados incluyeron un aumento significativo en la efectividad global del equipo (OEE), pasando de 81.1% a 94.3%, lo que representa un incremento del 16.3%. Además, se agilizaron los cambios de lote y se aumentó la productividad de la línea.

La referencia [5] desarrolló un modelo sistémico Kanban para el área de acabados en la industria metal-mecánica TEXNOTEJ S.A. de C.V. La propuesta buscó controlar el flujo de materiales, evitar acumulación de inventarios temporales y mejorar la gestión del trabajo. Utilizando software de simulación Arena, se optimizó la multitarea y se eliminaron cuellos de botella. Los resultados mostraron mejoras significativas en la eficiencia de procesos, reducción de inventarios y tiempos de espera. Concluyeron que Kanban es eficaz para agilizar tareas, estandarizar procesos y mejorar el control del flujo de materiales.

C. Problema

¿Cuál es el impacto del diseño e implementación de la metodología Kanban sobre los costos en una microempresa productora de colonias?

D. Objetivo General

Determinar el impacto del diseño e implementación de la metodología Kanban sobre los costos en una microempresa productora de colonias.

E. Hipótesis

El diseño e implementación de la metodología Kanban reduce los costos en la microempresa productora de colonias.

F. Justificación

El propósito de esta investigación es diseñar e implementar el sistema Kanban en una microempresa dedicada a la producción de colonias, con el fin de optimizar los procesos de producción. La justificación económica radica en que Kanban permite una reducción de costos al minimizar los tiempos de espera y mejorar la sincronización de las operaciones, lo que contribuye a una mayor eficiencia y a una disminución de desperdicios. Esto resulta en un impacto positivo en la rentabilidad de la empresa. Desde una perspectiva académica, el uso de Kanban aporta al conocimiento de su aplicación en entornos productivos similares, [6] permitiendo una evolución cultural ya que expone problemas, llamando a las organizaciones a buscar soluciones oportunas, reduciendo su efecto a largo plazo, permitiendo el desarrollo de una cultura de mejora continua. La justificación metodológica resalta que esta investigación sirve como un modelo replicable para otras microempresas que buscan implementar Kanban para optimizar sus operaciones, ofreciendo un enfoque detallado y adaptable. Finalmente, la justificación práctica subraya que la implementación de Kanban redujo los cuellos de botella y facilitó la comunicación entre los equipos, mejorando el flujo de producción y promoviendo un entorno de trabajo más estructurado y eficiente.

II. MÉTODOS

A. Diseño de Investigación

La presente investigación adopta un diseño experimental, centrado en el análisis detallado de una microempresa productora de colonias. En este contexto, la población de estudio está constituida por la empresa en su conjunto, mientras que la muestra específica corresponde a los procesos de producción involucrados en la fabricación de productos de tocador. Este diseño experimental busca manipular los procesos mediante la implementación de la metodología Kanban, utilizando razonamientos hipotético-deductivos para evaluar los efectos en la eficiencia operativa y la reducción de costos.

B. Alternativas de solución

Se analizaron dos opciones de herramientas y se evaluó cuál es la más adecuada para cada situación después de un análisis detallado de restricciones (consulte la Tabla 3).

TABLA 3
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Problema	Alternativas de Solución	
Incumplimiento del plan de Producción	Herramienta Kanban	Herramienta SMED

Según [7], la herramienta Kanban permite identificar, corregir y optimizar el proceso de producción basado en un sistema de instrucciones de comunicación. También [8] permite al gestor del equipo de producción multimedia identificar y resolver atascos, optimizar tiempos de servicio, mejorar la calidad del proceso, y aumentar significativamente la capacidad de producción, siempre que el equipo demuestre alta madurez y profesionalismo.

Según [9], la herramienta SMED permite reducir los tiempos de preparación mediante cambios radicales en el proceso, además de estandarizar operaciones, logrando mejoras rápidas y significativas. Además, [10] menciona que SMED es usado para reducir los tiempos de preparación eliminando los desperdicios al seguir un procedimiento sistémico.

C. Identificación y descripción de Restricciones Realistas

Para seleccionar la mejor alternativa de solución en la implementación de Kanban en la empresa, se realizó una evaluación considerando restricciones realistas. Estas

limitaciones guiaron la decisión hacia la opción más adecuada para optimizar el proceso productivo, [11] explicando que es una filosofía orientada al mejoramiento continuo que concentra sus esfuerzos en identificar y fortalecer el elemento más vulnerable de la cadena, con el propósito de optimizar el rendimiento global del sistema productivo.

La teoría de las restricciones se aplicó para identificar los aspectos clave que afectan el desempeño empresarial, enfocándose en la mejora de la eficiencia operativa y la reducción de costos. Las restricciones analizadas incluyeron el costo de implementación, el tiempo requerido, la accesibilidad, la funcionalidad, la usabilidad y la sostenibilidad del sistema Kanban. A continuación se presentan las restricciones puestas y su significado de cada uno.

- Económica: Limitación de la empresa relacionada a los recursos financieros que afecta a la capacidad de invertir [12].
- Tiempo: Limitación temporal de las actividades de un proyecto respecto afectando a su planificación, cronograma y recursos [13].
- Adaptabilidad: Hace referencia a la capacidad de la solución para integrarse a la infraestructura de la organización [14].
- Accesibilidad: limitaciones que dificultan el acceso de una empresa a recursos, información o mercados necesarios para optimizar procesos y reducir costos [15].
- Sostenibilidad: Se refiere a que las estrategias de reducción de costos deben garantizar la sostenibilidad económica, social y ambiental de la empresa, alineándose con prácticas que aseguren su viabilidad a largo plazo, respeten el entorno y las partes interesadas [16].
- Funcionalidad: La restricción de funcionalidad empresarial implica limitaciones tecnológicas, operativas o de recursos que afectan la implementación o mantenimiento de funciones clave al reducir costos [17].

TABLA 4
COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA INCUMPLIMIENTO DEL PLAN DE PRODUCCIÓN

Restricciones	Herramienta Kanban	Herramienta SMED
Económica	$391.75	$491.01
Tiempo	8 días	7 días
Accesibilidad	56%	49%
Funcionabilidad	59%	57%
Usabilidad	50%	54%
Sostenibilidad	51%	74%

Se realizaron evaluaciones para analizar la restricción económica y calcular el costo asociado a la implementación de cada herramienta. Los resultados de estos análisis detallan los costos vinculados a cada alternativa propuesta (consulte Tabla 5).

TABLA 5
RESTRICCIÓN ECONÓMICA HERRAMIENTA KANBAN

Herramienta	Herramienta Kanban	Herramienta SMED
Diseño	$52.94	$67.50
Implementación	$275.28	$349.40
Capacitación	$63.53	$74.11
Costo Total	$391.75	$491.01

Se llevó a cabo un análisis para evaluar las restricciones de tiempo en la implementación del método Kanban. Para ello, se elaboraron cronogramas de actividades que permitieron estimar la duración total necesaria para su aplicación (consulte Tabla 6 y 7).

TABLA 6
RESTRICCIÓN DE TIEMPO KANBAN

	Duración (Días)							
Descripción de Tarea	1	2	3	4	5	6	7	8
Análisis del flujo de trabajo manual.	X							
Definición de señales Kanban y flujo.	X							
Tiempo para levantar observaciones y detalles.		X						
Compra de materiales para la implementación del sistema Kanban (etiquetas, tableros).			X					
Instalación y programación de Kanban.				X	X	X	X	
Tiempo para asesoría para los operarios.								X
Tiempo para asesoría para encargado.								X

TABLA 7
RESTRICCIÓN DE TIEMPO SMED

	Duración (Días)						
Descripción de Tarea (SMED)	1	2	3	4	5	6	7
Designación encargada.	x						
Observación y cronometraje del proceso.		x					
Análisis y transformación de tareas internas en externas.			x				
Estandarización y simplificación de procesos.				x			
Levantamiento de observaciones y detalles.				x			
HH utilizadas para trasladar, ubicar, instalar y organizar mobiliario y materiales.					x		
Tiempo de capacitación sobre SMED.						x	
Tiempo de capacitación de nuevos estándares y formas de trabajo.							x

Para analizar las limitaciones de adaptabilidad, se desarrollaron encuestas dirigidas a los operarios del almacén con el propósito de medir su capacidad de adaptación a la implementación de cada herramienta. Los resultados obtenidos se evaluaron utilizando un enfoque basado en la escala Likert (consulte Tabla 8 y 9).

TABLA 8
RESTRICCIÓN DE ACCESIBILIDAD KANBAN

Cuestionario de Accesibilidad (Herramienta Kanban)
1. En una escala del 0 al 4, donde 0 significa "sin disposición alguna" y 4 representa "máxima disposición", ¿Está en la capacidad de invertir $391.75 para implementar un sistema Kanban en su proceso de producción manual?
2. En una escala del 0 al 4, donde 0 es "nada dispuesto" y 4 es "totalmente dispuesto", ¿Está dispuesto a reorganizar las actividades y procesos en su centro de producción para adaptarse a la metodología Kanban?
3. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "ninguna capacidad" y 4 refleja "capacidad total", ¿Cuenta con personal capaz de entender y gestionar un sistema Kanban en un entorno sin maquinaria?

TABLA 9
RESTRICCIÓN DE ACCESIBILIDAD SMED

Cuestionario de Accesibilidad (Herramienta SMED)
1. , En una escala del 0 al 4, donde 0 significa "sin disposición alguna" y 4 representa "máxima disposición", ¿Está en la capacidad de invertir $491.01 para implementar la metodología SMED en su proceso de producción manual?
2. En una escala del 0 al 4, donde 0 es "nada dispuesto" y 4 es "totalmente dispuesto", ¿Está dispuesto a reorganizar las actividades y procesos en su centro de producción para adaptarse a la metodología SMED?
3. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "ninguna capacidad" y 4 refleja "capacidad total" ¿Cuenta con personal capaz de entender y gestionar un sistema SMED en un entorno sin maquinaria?

Asimismo, para conocer las funciones que aporta cada herramienta en la organización, se desarrolló una encuesta respecto a la funcionabilidad en la realidad de la empresa (consulte Tabla 10 y 11).

TABLA 10
RESTRICCIÓN DE FUNCIONABILIDAD KANBAN

Cuestionario de Funcionabilidad (Herramienta Kanban)
1. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "ningún impacto" y 4 representa "impacto máximo", ¿El sistema Kanban podría ayudar a reducir el tiempo de espera entre las diferentes etapas del proceso de producción manual?
2. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "ninguna efectividad" y 4 representa "efectividad total", ¿Considera que el uso de tarjetas Kanban facilita la visualización y control de las tareas diarias del personal?
3. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "ningún impacto" y 4 refleja "impacto significativo", ¿Cree que la implementación de Kanban mejorará la comunicación y coordinación entre los operarios, considerando la ausencia de maquinaria?

TABLA 11
DE FUNCIONABILIDAD SMED

Cuestionario de Funcionabilidad (Herramienta SMED)
1. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "ningún impacto" y 4 representa "impacto máximo", ¿El sistema SMED podría ayudar a reducir el tiempo de espera entre las diferentes etapas del proceso de producción manual?
2. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "ninguna efectividad" y 4 representa "efectividad total", ¿Considera que la estandarización de operaciones y añadir mobiliario extra facilita la preparación de un nuevo lote de producción?
3. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "ningún impacto" y 4 refleja "impacto significativo", ¿Cree que la implementación de SMED reducirá el tiempo de producción, considerando la ausencia de maquinaria?

También, para conocer la facilidad del uso de la herramienta por parte del encargado, se elaboró una encuesta centrada en la usabilidad (consulte Tabla 12 y 13).

TABLA 12
RESTRICCIÓN DE USABILIDAD KANBAN

Cuestionario de Usabilidad (Herramienta Kanban)
1. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "sin intención de aprender" y 4 significa "total interés en aprender", ¿El personal de la empresa podría aprender fácilmente a usar las tarjetas Kanban para gestionar el flujo de trabajo?
2. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "ningún interés ni facilidad" y 4 refleja "máxima disposición y fácil", ¿El sistema Kanban es intuitivo y fácil de comprender para el personal que no tiene experiencia previa con sistemas visuales?
3. En una escala del 0 al 4, donde 0 significa "sin intención alguna de integrarse" y 4 representa "total disposición para integrarse", ¿Considera que el sistema Kanban puede integrarse sin dificultades en las rutinas diarias de los operarios?

TABLA 13
RESTRICCIÓN DE USABILIDAD SMED

Cuestionario de Usabilidad (Herramienta SMED)
1. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "sin intención de aprender" y 4 significa "total interés en aprender", ¿El personal de la empresa podría aprender fácilmente a aplicar la metodología SMED?
2. En una escala del 0 al 4, donde 0 indica "ningún interés ni facilidad" y 4 refleja "máxima disposición y facilidad", ¿El sistema SMED es intuitivo y fácil de comprender para el personal que no tiene experiencia previa con otras metodologías de trabajo?
3. En una escala del 0 al 4, donde 0 significa "sin intención alguna de integrarse" y 4 representa "total disposición para integrarse", ¿Considera que el sistema SMED puede integrarse sin dificultades en las rutinas diarias de los operarios?

Finalmente, se elaboró un cuestionario de sostenibilidad para conocer si la herramienta perdurará el tiempo (consulte Tabla 14 y 15).

TABLA 14
RESTRICCIÓN DE SOSTENIBILIDAD KANBAN

Cuestionario de Sostenibilidad (Herramienta Kanban)
1. En una escala del 0 al 4, donde 0 significa "sin motivación alguna para mantener las prácticas" y 4 representa "total disposición y compromiso", ¿El personal estaría dispuesto a mantener la disciplina y las buenas prácticas necesarias para que el Kanban funcione eficazmente a lo largo del tiempo?
2. En una escala del 0 al 4, donde 0 significa "sin expectativas de obtener beneficios" y 4 representa "máximas expectativas de lograr beneficios sostenibles", ¿El uso continuo de Kanban generaría beneficios sostenibles como la reducción de desperdicios y la optimización del tiempo de trabajo?
3. En una escala del 0 al 4, donde 0 significa "sin recursos para sostener el sistema sin inversiones adicionales" y 4 representa "total capacidad para mantener el sistema sin necesidad de invertir", ¿La empresa cuenta con la infraestructura y las condiciones necesarias para mantener el sistema Kanban sin necesidad de inversiones adicionales a largo plazo?

TABLA 15
RESTRICCIÓN DE SOSTENIBILIDAD SMED

Cuestionario de Sostenibilidad (Herramienta SMED)
1. En una escala del 0 al 4, donde 0 significa "sin motivación alguna para mantener las prácticas" y 4 representa "total disposición y compromiso", ¿El personal estaría dispuesto a mantener la disciplina y las buenas prácticas necesarias para que el SMED funcione eficazmente a lo largo del tiempo?
2. En una escala del 0 al 4, donde 0 significa "sin expectativas de obtener beneficios" y 4 representa "máximas expectativas de lograr beneficios sostenibles" ¿El uso continuo de SMED generaría beneficios sostenibles como la reducción de desperdicios y la optimización del tiempo de trabajo?
3. En una escala del 0 al 4, donde 0 significa "sin recursos para sostener el sistema sin inversiones adicionales" y 4 representa "total capacidad para mantener el sistema sin necesidad de invertir", ¿La empresa cuenta con la infraestructura y las condiciones necesarias para mantener el sistema SMED sin necesidad de inversiones adicionales a largo plazo?

D. Selección de la mejor alternativa

Tras realizar un análisis comparativo de las diferentes soluciones posibles y teniendo en cuenta que la restricción económica es el factor más determinante para su implementación, se llegó a la conclusión de que la herramienta Kanban es la mejor opción para mejorar reducir costos.

III. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Etapa 1: Análisis y diseño

Para que la herramienta sea implementada, se pasó por comprender el proceso de producción de la empresa mediante conversación con el encargo de la empresa, para ello se realizó un flujograma explicándolo (consulte Figura 1).

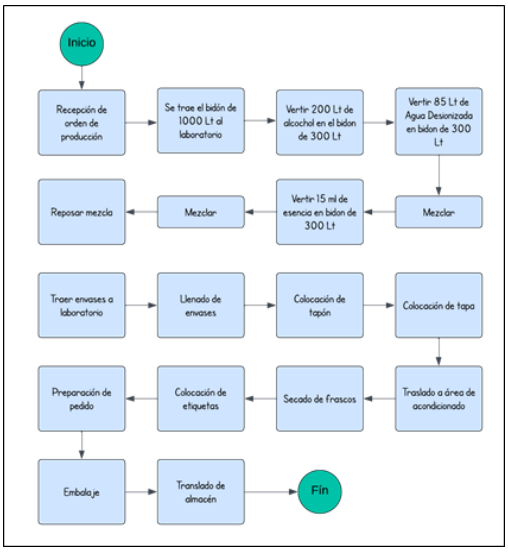

Fig. 1 Flujograma del proceso de fabricación de colonias.

Por consiguiente, se pasa a diseñar los elementos de la herramienta que se amolden a la realidad y a las necesidades de la empresa. Se consideró que hubiera un tablero físico dentro del laboratorio de producción de las colonias, el cual sería dividido en 3 secciones, cada una representando el estado del proceso de producción. Dentro del tablero se colocarán las tarjetas Kanban y se utilizará el tablero desde que se recibe la orden de producción hasta que un lote es enviado a ser almacenado y listo para el despacho.

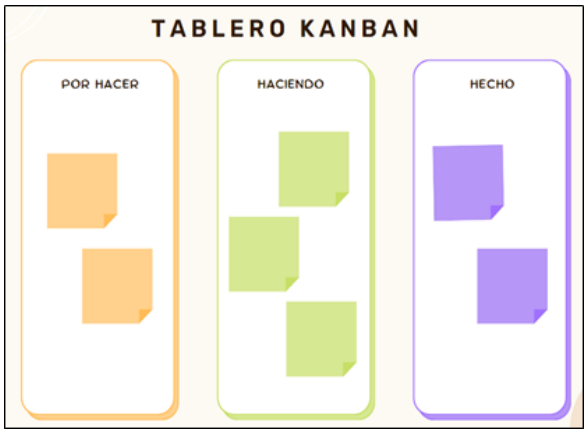

Fig. 2 Tablero Kanban.

En la Figura 1, se divide el tablero en 3 secciones:

- Por hacer: Se recopilan las órdenes de producción generadas y serán representadas con una Tarjeta Kanban cada una.
- Haciendo: Representa la producción in situ siguiente el proceso de producción (consulte Figura 1).
- Hecho: Se reflejan las tareas completadas y que están listas para ser enviadas al almacén.

Durante el diseño de la tarjeta Kanban estándar, se estableció que cada orden de producción podría generar hasta 5 tarjetas Kanban, ya que se considerará 1 tarjeta para la mezcla principal y hasta 4 para los diferentes tipos de presentación que se pueden realizar.

Nombre del Producto				**N° de Orden de Producción**	
Tipo	Mezcla principal	1000 mL	250 mL	**Fecha de pedido**	
		500 mL	60 Ml	**Fecha de entrega**	
Cantidad		Litros	Unidades	**Ubicación en el Almacén**	
Cliente					

Fig. 3 Tarjeta Kanban.

En la Figura 3 se observa cómo se divide la tarjeta a fin de brindar información relevante de la orden a realizar: Nombre del producto a fabricarse, el n° de orden de producción, su tipo, la cantidad ya sea en litros (en clase de la mezcla) y en unidades (en caso de la de los derivados finales de la mezcla), el cliente al que le corresponde el pedido, las fechas y su ubicación futura en el almacén.

Adicionalmente se establece hasta un máximo de 2 órdenes de producción simultáneamente para el control de la carga laboral y evitar la saturación del tablero.

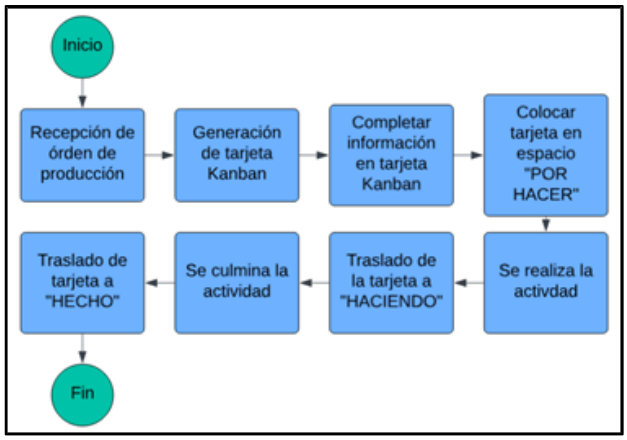

Fig. 4 Uso de la tarjeta Kanban.

Se estandariza el uso de la tarjeta durante el desarrollo de actividades del proceso de producción, esto a fin de conservar una misma forma de trabajo y que tanto los trabajadores actuales y futuros puedan seguir la metodología, además de servir para aplicar mejora continua identificando partes que se podría realizar de una forma más eficiente consulte Figura 4).

Etapa 2: Compra e instalación

Se realiza la compra de los materiales necesarios para la implementación: Pizarra, material de las tarjetas, útiles de escritorio para escribir dentro de la tarjeta y pizarra.

Asimismo, se realiza la reorganización de la zona de producción en donde se asignan las zonas necesarias para el uso de la herramienta y se procederá a su instalación.

Etapa 3: Capacitación

Se realizan capacitaciones a los encargados y a los operarios respecto a la herramienta, como utilizarla y la importancia de seguir correctamente los pasos del diseño creado. Para llevar un control de los participantes a las capacitaciones, se agregó un registro de asistencias (consulte Tabla 16).

TABLA 16
REGISTRO DE CAPACITACIÓN HERRAMIENTA KANBAN

Registro de asistentes a capacitación Kanban Fecha: / /				
N°	Cargo	Nombre	DNI	Firma
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Posteriormente, se establece un estándar de calidad de ingeniería para controlar el proceso y estimar valores futuros basándose en simulación (consulte Tabla 17).

Para el control de este estudio se utilizará el % de eficiencia, [18] menciona que toda eficiencia se mide a partir de los siguientes conceptos: el total es lo bueno más lo no bueno para el fin que se persigue; lo bueno es la cifra que se adecua a la meta que se desea, y lo no bueno es la medida de los fines que no alcanzan a cumplir con el nivel de los parámetros

TABLA 17
ESTÁNDAR DE INGENIERÍA PARA CONTROL DEL PROCESO

Problema	Estándar	Indicador	Fórmula	V.A	V.E
Incumplimiento del plan de producción	MANTENIMIENTO Planeación, ejecución y control	% de eficiencia	(Metas que se cumplen / Metas que se cumplen + Metas que no se cumplen) * 100%	87.83 %	100%

En base a los datos del último mes, se calcula una eficiencia actual del 87.83% sabiendo que el valor estándar debe alcanzar el 100% (consulte Tabla 17).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Simulación

Para simular los datos futuros, se usó la regresión lineal con el apoyo de los resultados obtenidos por [3], quienes obtuvieron una mejora en la productividad del 2.37%. En primer lugar, se recopilan los datos históricos de la eficiencia en los últimos 5 meses y del mes actual (variable Y), y se incluye la variable Cantidad no producida (variable X) para calcular su correlación y proyectar valores futuros (consulte Tabla 18).

TABLA 18
ÚLTIMOS DATOS HISTÓRICOS DE DOS VARIABLES

Mes	Cantidad no producida (X)	Eficiencia (Y)
Mes (-5)	188	85.31%
Mes (-4)	180	86.15%
Mes (-3)	180	86.67%
Mes (-2)	245	82.50%
Mes (-1)	220	83.33%
Mes actual	140	87.83%

Posteriormente se calcula su correlación obteniendo un R2 del 95.72%, indicando Correlación muy alta, además de obtener la fórmula y=-0.0005x+0.9582 (consulte Figura 5). En base a lo obtenido se proyectan datos futuros para los próximos 6 meses (consulte Tabla 19).

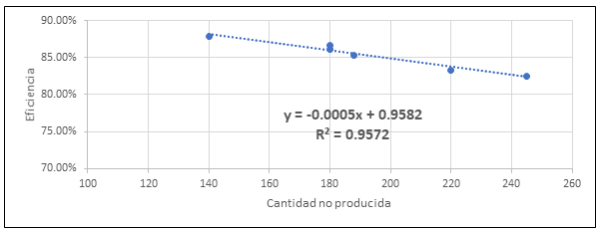

Fig. 5 Correlación con variable propuesta

TABLA 19
PROYECCIÓN CON VARIABLE PROPUESTA

Mes	Cantidad no producida (X)	Eficiencia (Y)
Mes actual	140	87.83%
Mes siguiente	193	86.17%
Mes siguiente +1	196	86.04%
Mes siguiente +2	199	85.88%
Mes siguiente +3	189	86.35%
Mes siguiente +4	183	86.65%
Mes siguiente +5	192	86.22%

En consecuencia, se aplica un crecimiento mensual del 2.37% en la productividad para obtener los valores de eficiencia para los próximos 6 meses hasta obtener una eficiencia del 98.48 (consulte Tabla 20).

TABLA 20
SIMULACIÓN DE EFICIENCIA EN 6 MESES

Mes	Porcentaje no producido	Cantidad planeada	Cantidad producida usando Kanban	Cantidad producida sin uso de Kanban	Eficiencia
Mes actual					87.83%
Mes siguiente	13.83%	1396	1231	1203	88.21%
Mes siguiente +1	13.96%	1401	1263	1206	90.12%
Mes siguiente +2	14.12%	1408	1295	1209	91.99%
Mes siguiente +3	13.65%	1388	1312	1198	94.53%
Mes siguiente +4	13.35%	1374	1331	1190	96.92%
Mes siguiente +5	13.78%	1393	1372	1201	98.48%

B. Evaluación económica

Se llevó a cabo un análisis comparativo de las pérdidas económicas asociadas a la búsqueda de insumos antes y después de implementar la metodología Kanban, evidenciando beneficios económicos mes a mes. Los resultados muestran una reducción significativa en los costos tras la aplicación de esta metodología, destacando un impacto económico positivo continuo durante los meses evaluados. Consulte la Tabla 21

TABLA 21
BENEFICIO ECONÓMICO POST IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA KANBAN EN DÓLARES

Periodo	Pérdida económica por incumplimiento de producción pre implementación	Pérdida económica por búsqueda de los productos post implementación	Beneficio
Noviembre	796.73	666.86	129.87
Diciembre	796.73	558.16	238.57
Enero	796.73	467.18	329.55
Febrero	796.73	391.03	405.70
Marzo	796.73	327.29	469.44
Abril	796.73	273.95	522.78
Mayo	796.73	229.29	567.44
Junio	796.73	191.92	604.81
Julio	796.73	160.63	636.09
Agosto	796.73	134.45	662.28
Setiembre	796.73	112.53	684.19
Octubre	796.73	94.19	702.54

Posteriormente se muestra una tabla resumen de las pérdidas pre y post implementación y el beneficio total que se generará (consulte Tabla 22).

TABLA 22
RESUMEN DE BENEFICIO ECONÓMICO

Pérdida sin Kanban	$9560.75
Pérdida con Kanban	$3607.50
Beneficio total	$5953.25

C. Análisis económico

Para realizar el presupuesto del flujo de caja, primero se identifican los gastos de implementación por diseño, mano de obra y capacitación. Luego, presenta los beneficios mensuales calculados a partir de la simulación durante un año (consulte la Tabla 23).

TABLA 23
FLUJO DE CAJA MENSUAL

MES	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
EGRESOS	0	1	2	3	4	5
Diseño	$52.94					
Implementación y Mano de Obra	$275.28					
Capacitación	$63.53					
TOTAL EGRESOS	$391.75					
BENEFICIOS						
Beneficio Kanban		$129.87	$108.70	$90.98	$76.15	$63.74
TOTAL BENEFICIOS	$	$129.87	$108.70	$90.98	$76.15	$63.74
FLUJO MENSUAL DE CAJA	$ -391.75	$129.87	$108.70	$90.98	$76.15	$63.74

MES	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
EGRESOS	6	7	8	9	10	11	12
Diseño							
Implementación y Mano de Obra							
Capacitación							
TOTAL EGRESOS							
BENEFICIOS							
Beneficio Kanban	$53.35	$44.65	$37.37	$31.28	$26.18	$21.92	$18.34
TOTAL BENEFICIOS	$53.35	$44.65	$37.37	$31.28	$26.18	$21.92	$18.34
FLUJO MENSUAL DE CAJA	$53.35	$44.65	$37.37	$31.28	$26.18	$21.92	$18.34

En este análisis, se utilizó una Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) del 1,5%. De acuerdo con los indicadores financieros, el proyecto resulta rentable, ya que los beneficios superan a los costos. Para más detalles, (consulte la Tabla 24).

TABLA 24
RATIOS FINANCIEROS

TMAR	1.5%
VAN	$264.82
TIR	16.20%
B/C	1.68
VAN Beneficios	$656.57
VAN Egresos	$391.75

D. Discusión de resultados

Para evaluar el impacto de implementar la herramienta Kanban, se consideró un crecimiento mensual de productividad del 2.37%, tomando como referencia los datos reportados por [3]. A partir de este cálculo, se proyectó la eficiencia para los siguientes seis meses. La simulación del incremento en la eficiencia partió de un valor inicial del 87.83% en noviembre, que mostró un crecimiento continuo hasta alcanzar un 98.48% en mayo de 2025. Este resultado es significativamente superior al 86.22% que se habría obtenido sin la aplicación de la herramienta Kanban. En este contexto, se evidencia un aumento progresivo en los valores simulados a lo largo de los meses, distanciándose de los niveles estándar previos a la implementación de esta metodología.

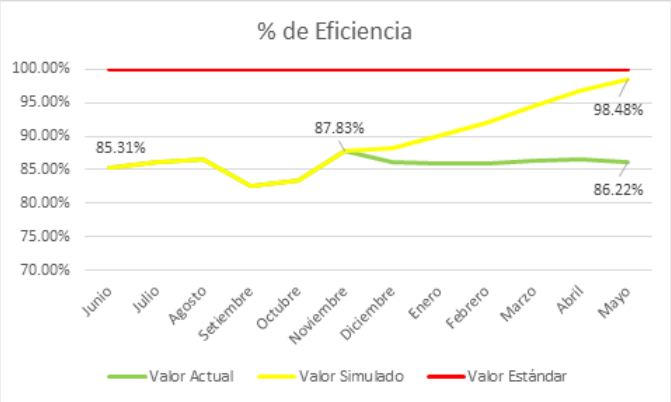

Fig. 6 Comparación de eficiencia

En el gráfico (consulte Figura 6), se observa que la eficiencia en el mes de noviembre alcanza un 87.83% y que, bajo condiciones normales en donde no se aplica la herramienta Kanban llega a un 86.22% para el mes de mayo, sin embargo, con el uso de Kanban, se puede lograr una eficiencia del 98.48% para el mismo mes, demostrando la efectividad de la herramienta.

La investigación se centró en una única microempresa dedicada a la producción de fragancias diseñando un modelo de la metodología Kanban que integra herramientas adaptables como el análisis de restricciones realistas, simulaciones proyectivas y estándares de ingeniería, permitiendo que este modelo sea escalable y aplicable a otras microempresas con características similares. Además, al incluir tableros físicos, tarjetas visuales, capacitación estandarizada e indicadores económicos permite que el modelo sea replicable en entornos de bajo nivel tecnológico y recursos limitados.

Por otro lado, el uso sistemático de flujogramas, indicadores financieros y la simulación con regresión lineal sirve como base teórica para ser utilizada como referencias para otros emprendimientos.

Finalmente se sugiere analizar este modelo en estudios multicasos que abarquen microempresas de otros rubros para conocer su efectividad en otros ambientes productivos y validar de manera empírica la generalización del modelo y fortalecer su utilidad.

V. CONCLUSIONES

El incumplimiento del plan de producción generaba un impacto económico significativo, con pérdidas mensuales de $796.73 debido a costos de oportunidad, evidenciando la necesidad de optimizar los procesos productivos.

La implementación de la metodología Kanban en la microempresa productora de colonias permitió mejorar significativamente la eficiencia operativa, pasando de un valor inicial de 87.83% en noviembre a 98.48% en mayo de 2025. Este crecimiento se atribuye al incremento mensual de la productividad en un 2.37%, alineado con estudios previos.

Los indicadores financieros demostraron que la implementación de la metodología Kanban es una inversión

rentable. Con un Valor Actual Neto (VAN) positivo de $264.82 y un VAN de beneficios que alcanza $656.57, se evidencia que los beneficios superan los costos de implementación, que ascienden a $391.75. Además, la Tasa Interna de Retorno (TIR) del 16.20% y una relación Beneficio/Costo (B/C) de 1.68 confirman la viabilidad económica del proyecto. Estos resultados reflejan un retorno financiero favorable, destacando la capacidad de la empresa para generar valor sostenible a partir de esta metodología.

La metodología permitió reducir costos económicos asociados al incumplimiento del plan de producción. Se evidenció una disminución progresiva de las pérdidas económicas, alcanzando beneficios económicos mensuales sostenidos que demostraron la rentabilidad del proyecto.

La herramienta Kanban logró estandarizar y optimizar las operaciones productivas, promoviendo un flujo de trabajo más organizado y eficiente. Esto incluye el uso de tableros físicos y tarjetas que facilitaron la planificación y el control de tareas.

La empresa mejoró significativamente su capacidad para cumplir con los objetivos de producción, lo que refuerza la viabilidad del Kanban como una herramienta clave en su estrategia operativa.

REFERENCIAS

[1] A. F. Palacios Rangel, "Aplicación de Lean Manufacturing para la mejora de la eficiencia en una empresa industrial," Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de València, España, 2017. Disponible en: https://riunet.upv.es/handle/10251/102320

[2] M. A. Menoscal Chichanda, N. I. Cisneros-Pérez, y H.-Y. Loor-Zambrano, "Contribución a la mejora del proceso de producción de chifle ecuatoriano utilizando el Método Kanban", Ing. Ind., vol. 45, n.º 1, pp. 1–12, feb. 2024. vol. https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/1252

[3] M. C. Gutiérrez Castillo, F. M. Torres Pardo, y L. A. Morales Suen, "Aplicación del Sistema Kanban para aumentar la productividad del área de producto terminado de una empresa pesquera", ingnosis, vol. 6, n.º 2, pp. 38–51, dic. 2020. vol.https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/2078

[4] L. Acevedo Robles and R. Nieves, "Sistema Kanban para mejorar la productividad de los procesos de fabricación," Manufactura Competitiva, vol. 8, no. 3, pp. 10-25, March 2024. vol. http://hdl.handle.net/20.500.12475/1081

[5] Dorantes-Benavidez, M. Chávez-Pichardo, y MA Acosta-Mendizabal, "Modelo sistémico de kanban del área de acabados en la industria metal-mecánica", Amazonia Investiga, vol.https ://doi.org /10.34069/IA /2024.76.04.2.

[6] D. J. Anderson, Kanban*: "*Cambio evolutivo exitoso para su negocio tecnológico". Madrid, España: Ediciones ENI, 2011.

[7] E. T. Visbal Pérez, "Herramientas tecnológicas aplicables al Kanban para la optimización de los procesos en la empresa," Visión Gerencial, vol. 15, no. 1, pp. 82-104, mar. 2015. vol.

[8] M. Bermejo, "El Kanban", Fundación para la Universitat Oberta de Catalunya (FUOC), Creative Commons BY-NC-ND v.3.0 España. [Online]. https://studylib.es/doc/5276471/el-kanban

[9] J. C. Hernández Matías y A. Vizán Idoipe, "Lean Manufacturing: concepto, técnicas e implantación". Madrid, España: Escuela de Organización Industrial, mayo 2013. [En línea]: https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/78202/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion.

[10] Y. Dave, "Single Minute Exchange of Dies: Classical Tool of Lean Manufacturing", Lean Manufacturing. IntechOpen, Nov. 03, 2021. doi: 10.5772/intechopen.96665.

[11] J. D. Romero Rojas, V. K. Ortiz Triana, y Á. J. Caicedo Rolón, "La teoría de restricciones y la optimización como herramientas gerenciales para la programación de la producción: Una aplicación en la industria de muebles," Rev. Métodos Cuantitativos Econ. Empresa, vol. 27, pp. 74-90, 2019, doi: 10.46661/revmetodoscuanteconempresa.2964.

[12] L. Wang and M. Carter, "Financial Constraints and Strategic Growth Decisions," Strategic Management Journal, vol. 44, no. 1, pp. 89-103, 2022. DOI: 10.1002/smj.3450.

[13] P. Turner and R. Müller, "Time Constraints in Project Management: A Systematic Review," International Journal of Project Management, vol. 41, no. 2, pp. 223-236, 2023. DOI: 10.1016/j.ijproman.2022.09.004.

[14] M. Brown and L. Davis, "Adaptability Constraints in Technology Implementation: A Multi-Criteria Analysis," Journal of Technology Management & Innovation, vol. 18, no. 3, pp. 112-125, 2023. DOI: 10.4067/S0718-27242023000300112.

[15] Clapp, "NESC Handbook, Premier Edition – Spanish version," IEEE, 2018. [En línea]. Disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/iel7/8842651/8842652/08842653.pdf.

[16] M. A. Hassini, C. Surti y C. Searcy, "Sustainable Supply Chain Management: A Literature Review and Research Agenda," International Journal of Production Economics, vol. 140, no. 1, pp. 69-82, 2012. [En línea]. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.042.

[17] A. Clapp, "NESC Handbook, Premier Edition – Spanish version," IEEE, 2018. [En línea]. Disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/iel7/8842651/8842652/08842653.pdf.

[18] LA Mora Gutiérrez, "Diferentes disponibilidades de mayor uso empresarial", en Mantenimiento: Planeación, ejecución y control, 1ª ed., vol. 1, pp. 93, sep 2009. Vol. https://elvisjgblog.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/11/mantenimiento-planeacic3b3n-ejecucic3b3n-y-control-alberto-mora-gutic3a9rrez.pdf