



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2026,
Volumen 10, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i4

REDISEÑO DEL SISTEMA DE EMPAQUE PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS MUERTOS Y MEJORA OPERATIVA EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN COSMÉTICA

**PACKAGING SYSTEM REDESIGN FOR DOWNTIME
REDUCTION AND OPERATIONAL PERFORMANCE
IMPROVEMENT IN A COSMETIC PRODUCTION LINE**

Yuliana Vallecillos De La Cruz
Tecnológico Nacional de México

Daniel Gonzalo Galván Rodríguez
Tecnológico Nacional de México

Ileana Guzmán Prince
Tecnológico Nacional de México

Maria Cristina Loredo Lara
Tecnológico Nacional de México

Rediseño del Sistema de Empaque para la Reducción de Tiempos Muertos y Mejora Operativa en una Línea de Producción Cosmética

Yuliana Vallecillos De La Cruz¹

M24261097@matamoros.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Matamoras
México

Daniel Gonzalo Galván Rodríguez

daniel.gr@matamoros.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-5991-1840>
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Matamoras
México

Ileana Guzmán Prince

ileana.gp@matamoros.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5893-6627>
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Matamoras
México

Maria Cristina Loredó Lara

maria.ll@matamoros.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0001-4997-0986>
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Matamoras
México

RESUMEN

El presente artículo evalúa el efecto del rediseño del sistema de empaque del producto #222 sobre el desempeño operativo de la línea PBC4 de una empresa del sector cosmético, mediante la sustitución del sistema tradicional *brick pack* por un sistema reutilizable *bulk pack*. El estudio se desarrolló con un enfoque cuantitativo y un diseño preexperimental antes-después con un solo grupo, apoyado en la metodología DMAIC. Para la recolección de información se emplearon observación directa, estudios de tiempos, evaluación ergonómica mediante el método REBA, medición del espacio ocupado, análisis de costos y estimación del impacto ambiental. Los resultados mostraron una reducción del 94.75 % en el costo unitario del material de empaque, al pasar de \$11.24 a \$0.59 por millar de piezas, además de disminuir los tiempos de empaque, mejorar las condiciones ergonómicas, optimizar el uso del espacio y reducir el consumo de cartón. Se concluye que la implementación del sistema *bulk pack* constituye una alternativa viable para incrementar la eficiencia operativa, generar ahorros económicos significativos y promover prácticas de producción más sostenibles.

Palabras clave: sistema de empaque; desempeño operativo; tiempos muertos; ergonomía; mejora continua.

¹ Autor principal

Correspondencia: M24261097@matamoros.tecnm.mx

Packaging System Redesign for Downtime Reduction and Operational Performance Improvement in a Cosmetic Production Line

ABSTRACT

This article evaluates the effect of redesigning the packaging system for Product #222 on the operational performance of the PBC4 production line in a cosmetic manufacturing company by replacing the traditional *brick pack* packaging system with a reusable *bulk pack* system. The study followed a quantitative approach using a one-group pre-experimental before-and-after design supported by the DMAIC methodology. Data were collected through direct observation, time studies, ergonomic assessment using the Rapid Entire Body Assessment (REBA) method, workspace measurement, cost analysis, and environmental impact estimation. The results showed a 94.75% reduction in unit packaging material costs, decreasing from US\$11.24 to US\$0.59 per thousand units, in addition to reducing packaging time, improving ergonomic conditions, optimizing floor space utilization, and decreasing cardboard consumption. The findings demonstrate that implementing the *bulk pack* system is a viable alternative for enhancing operational efficiency, achieving significant cost savings, and promoting more sustainable manufacturing practices.

Keywords: packaging system; operational performance; downtime; ergonomics; continuous improvement.

*Artículo recibido 20 mayo 2026
Aceptado para publicación: 20 junio 2026*



INTRODUCCIÓN

En un entorno manufacturero caracterizado por mercados altamente competitivos, las organizaciones enfrentan el desafío permanente de incrementar la productividad sin comprometer la calidad, la seguridad de los trabajadores ni la sostenibilidad de sus operaciones. En este contexto, la mejora continua constituye una estrategia fundamental para optimizar el desempeño de los procesos mediante la eliminación de actividades que no agregan valor y el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles. Dentro de estos procesos, el sistema de empaque ha dejado de ser considerado únicamente como un medio para proteger el producto terminado y se reconoce actualmente como un elemento estratégico que influye en la continuidad de la producción, la logística interna, el desempeño operativo y la competitividad empresarial. En la industria cosmética, donde los volúmenes de producción son elevados y las exigencias de calidad y entrega son cada vez mayores, la eficiencia de los sistemas de empaque adquiere una importancia significativa. Un diseño inadecuado del empaque puede generar tiempos muertos, incrementar los recorridos para el suministro de materiales, ocupar espacios excesivos dentro de la planta y provocar condiciones ergonómicas desfavorables para los operadores. Estas situaciones repercuten directamente en la productividad, incrementan los costos operativos y afectan la estabilidad del proceso productivo. Desde la perspectiva de la manufactura esbelta (*Lean Manufacturing*), estas inefficiencias representan desperdicios (*muda*) que limitan el flujo continuo de producción y reducen la capacidad del sistema para generar valor al cliente. De acuerdo con Womack y Jones (2003), la eliminación sistemática de actividades que no agregan valor constituye uno de los principios fundamentales para mejorar el desempeño de los procesos. En este mismo sentido, Ohno (1991) señala que la eficiencia operativa depende de mantener un flujo estable de materiales, minimizar interrupciones y optimizar el uso de los recursos disponibles. Complementariamente, la filosofía Kaizen plantea que las mejoras continuas, aunque sean de pequeña escala, generan beneficios acumulativos que fortalecen la competitividad organizacional (Imai, 1989). Diversos estudios han demostrado que el rediseño de procesos y sistemas de empaque puede contribuir significativamente a mejorar la productividad, reducir costos y fortalecer la sostenibilidad de las operaciones manufactureras. Investigaciones recientes reportan que la implementación de empaques reutilizables y la optimización de la logística interna disminuyen el consumo de materiales, reducen los tiempos de manipulación y



mejoran el aprovechamiento del espacio disponible, favoreciendo simultáneamente el desempeño operativo y la reducción del impacto ambiental. No obstante, gran parte de estos estudios se han enfocado en industrias como la automotriz, alimentaria y de bienes de consumo, existiendo menor evidencia aplicada al sector cosmético, particularmente en procesos de ensamble de productos plásticos de alta demanda. En este contexto, se identificó una oportunidad de mejora en la línea de producción PBC4 de una empresa del sector cosmético, donde el sistema tradicional de empaque tipo *brick pack* utilizado para el producto #222 presentaba limitaciones asociadas con elevados tiempos de empaque, frecuentes interrupciones por desabasto de material, uso intensivo de cartón, ocupación considerable del espacio en piso y condiciones ergonómicas poco favorables para el personal operativo. Estas condiciones afectaban el desempeño operativo de la línea y evidenciaban la necesidad de implementar una alternativa que permitiera optimizar el proceso de empaque sin comprometer los requisitos de calidad establecidos por el cliente. Para atender esta problemática, el estudio se sustentó en los principios de la mejora continua, el Sistema de Producción Toyota, Lean Manufacturing y la metodología DMAIC, enfoques que proporcionan herramientas para identificar restricciones del proceso, eliminar desperdicios y evaluar objetivamente los efectos de las mejoras implementadas. Bajo este marco conceptual, se propuso sustituir el sistema tradicional *brick pack* por un sistema reutilizable *bulk pack*, con el propósito de reducir tiempos muertos, optimizar el flujo de materiales, mejorar las condiciones ergonómicas, disminuir los costos asociados al empaque y reducir el impacto ambiental derivado del consumo de cartón. Con base en lo anterior, se planteó la hipótesis de que la implementación de un sistema de empaque reutilizable contribuiría a mejorar el desempeño operativo de la línea PBC4 mediante la reducción de tiempos muertos, la optimización de los recursos y el fortalecimiento de la eficiencia del proceso productivo. En consecuencia, el objetivo de este artículo es evaluar el efecto del rediseño del sistema de empaque sobre el desempeño operativo de una línea de producción cosmética, mediante la sustitución del sistema tradicional *brick pack* por un sistema reutilizable *bulk pack*.

METODOLOGÍA

El presente artículo se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con una investigación de tipo aplicada y alcance descriptivo-comparativo, orientada a evaluar el efecto del rediseño del sistema de empaque sobre el desempeño operativo de una línea de producción cosmética. Se empleó un diseño preexperimental antes-después con un solo grupo, comparando las condiciones del proceso antes y después de la implementación del sistema de empaque tipo *bulk pack*.

La unidad de análisis correspondió al proceso de empaque del producto #222 en la línea PBC4 de una empresa del sector cosmético. La muestra se seleccionó mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando el proceso con mayor impacto operativo asociado al sistema de empaque.

La intervención se desarrolló mediante la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). La información se obtuvo a través de observación directa, estudios de tiempos, evaluación ergonómica mediante el método REBA, medición del espacio ocupado por el empaque, análisis de costos y estimación del impacto ambiental. Como instrumentos se utilizaron hojas de observación, formatos de estudio de tiempos, registros de producción, listas de verificación y formatos de evaluación ergonómica.

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva, comparando los indicadores antes y después de la implementación. Se garantizó la confidencialidad de la información proporcionada por la empresa y se incluyeron únicamente las operaciones correspondientes al producto #222. Como limitación, los resultados se circunscriben al proceso analizado, por lo que su generalización dependerá de las características de otros entornos productivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación del sistema de empaque tipo *bulk pack* permitió mejorar el desempeño operativo de la línea PBC4 al simplificar las actividades de empaque y optimizar el flujo de materiales. En comparación con el sistema tradicional *brick pack*, el tiempo requerido para completar el empaque de una unidad de carga se redujo de 30 a 15 minutos, lo que representa una disminución del 50 %. Asimismo, la productividad aumentó de 35 a 40 piezas por minuto, mientras que la capacidad de carga por tarima se incrementó de 12,240 a 14,400 piezas, equivalente a un aumento del 17.6 %.

Estos resultados evidencian que el rediseño del sistema de empaque favoreció la continuidad del proceso



y disminuyó las actividades que no agregaban valor. Lo anterior coincide con los principios de Lean Manufacturing, los cuales establecen que la eliminación de desperdicios mejora el flujo de producción y la eficiencia operativa (Womack & Jones, 2003). De igual manera, los hallazgos respaldan el planteamiento de Ohno (1991) respecto a que la estabilidad en el suministro de materiales contribuye al incremento del desempeño de los sistemas productivos.

Tabla 1. Comparación del desempeño operativo antes y después del rediseño del sistema de empaque

Indicador	<i>Brick Pack</i>	<i>Bulk Pack</i>	Mejora
Tiempo muerto de línea	3 %	<1 %	Continuidad operativa
Productividad (piezas/min)	35	40	+14.29 %
Tiempo para empacar 38,851 piezas	18.5 h	16.2 h	−2.3 h
Tiempo de empaque por caja	30 min	15 min	−50 %
Capacidad por tarima	12,240 piezas	14,400 piezas	+17.6 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Resultados económicos del rediseño del sistema de empaque

Indicador	Resultado
Costo anterior por millar	USD \$11.24
Costo con <i>Bulk Pack</i>	USD \$0.59
Ahorro por millar	USD \$10.65
Reducción del costo	94.7 %
Producción anual	6,387,060 piezas
Costo anual con <i>Brick Pack</i>	USD \$71,790.55
Costo anual con <i>Bulk Pack</i>	USD \$3,768.36
Ahorro anual estimado	USD \$68,022.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Comparación de la evaluación ergonómica mediante el método REBA

Indicador	Antes	Después
Puntuación REBA	8	3

Nivel de riesgo	Medio–alto	Bajo
-----------------	------------	------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Comparación del uso del espacio y beneficios ambientales

Indicador	<i>Brick Pack</i>	<i>Bulk Pack</i>
Espacio ocupado	3.66 m ³	1.22 m ³
Tarimas requeridas	3	1
Consumo de cartón	Sí	No
Impacto ambiental	Mayor	Menor

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 muestra que el rediseño del sistema de empaque mejoró el desempeño operativo de la línea PBC4. La productividad aumentó de 35 a 40 piezas por minuto, equivalente a un incremento del 14.29 %, mientras que el tiempo requerido para empacar la producción diaria de 38,851 piezas disminuyó de 18.5 a 16.2 horas, generando un ahorro de 2.3 horas por jornada. Asimismo, el tiempo de empaque por caja se redujo en un 50 %, pasando de 30 a 15 minutos, y la capacidad de carga por tarima aumentó de 12,240 a 14,400 piezas (17.6 %). Estos resultados evidencian que el sistema *bulk pack* favoreció la continuidad operativa al reducir los tiempos muertos de aproximadamente 3 % a menos del 1 %.

Como se observa en la Tabla 2, la implementación del sistema *bulk pack* redujo el costo del material de empaque en 94.7 %, al pasar de USD \$11.24 a USD \$0.59 por millar de piezas, lo que representa un ahorro anual estimado de USD \$68,022.19 con base en el volumen de producción analizado. Este resultado confirma que la optimización del diseño del empaque puede convertirse en una estrategia para reducir costos operativos sin afectar la calidad del producto. De acuerdo con Säfsten y Bellgran (2010), la mejora de los procesos de manufactura debe orientarse hacia la eliminación de actividades innecesarias y la optimización del uso de recursos. De igual forma, Ottman (2011) señala que la incorporación de materiales reutilizables favorece simultáneamente la competitividad económica y la sostenibilidad ambiental de las organizaciones.

La Tabla 3 evidencia una mejora importante en las condiciones ergonómicas del proceso. La puntuación

REBA disminuyó de 8 a 3 puntos, reduciendo el nivel de riesgo de medio-alto a bajo. Esta mejora fue resultado de la disminución de movimientos repetitivos, la incorporación de una canasta giratoria y la reducción en la manipulación manual del producto, factores que favorecieron una menor carga física para el personal operativo.

Como se muestra en la Tabla 4, el sistema *bulk pack* redujo el espacio ocupado por el material de empaque de 3.66 m³ a 1.22 m³, disminuyendo el número de tarimas requeridas de tres a una. Asimismo, la eliminación del cartón permitió reducir la generación de residuos y el impacto ambiental asociado al proceso de empaque, favoreciendo la implementación de prácticas de producción más sostenibles.

CONCLUSIONES

El presente artículo permitió demostrar que el rediseño del sistema de empaque mediante la implementación del sistema *bulk pack* mejoró el desempeño operativo de una línea de producción cosmética. La propuesta contribuyó a optimizar el flujo de materiales, reducir los tiempos muertos y fortalecer la continuidad del proceso, evidenciando que el sistema de empaque constituye un elemento estratégico para incrementar la eficiencia de los procesos de manufactura.

Los hallazgos muestran que el rediseño del empaque generó beneficios operativos, económicos, ergonómicos y ambientales de manera simultánea. La reducción en los tiempos de empaque, el incremento en la productividad, la disminución de los costos del material de empaque y la mejora de las condiciones ergonómicas demuestran que es posible obtener mejoras significativas mediante la optimización de procesos de apoyo, sin realizar modificaciones en el proceso principal de manufactura. Desde una perspectiva práctica, la implementación del sistema *bulk pack* representa una alternativa viable para organizaciones del sector manufacturero que buscan incrementar su competitividad mediante estrategias de mejora continua. Además de reducir el consumo de materiales desechables y favorecer un mejor aprovechamiento del espacio disponible, la propuesta fortalece la sostenibilidad del proceso al promover el uso de empaques reutilizables y disminuir la generación de residuos.

Como limitación, los resultados corresponden a la evaluación de un único producto dentro de una línea específica de producción, por lo que su aplicación en otros procesos deberá considerar las características operativas y los requisitos de empaque de cada caso. En este sentido, futuras investigaciones podrían evaluar la implementación del sistema *bulk pack* en otros productos o sectores industriales, así como

incorporar análisis de ciclo de vida y evaluaciones económicas de largo plazo para ampliar la evidencia sobre sus beneficios operativos y ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Imai, M. (1989). *Kaizen: La clave de la ventaja competitiva japonesa*. Compañía Editorial Continental (CECSA).

Ohno, T. (1991). *El sistema de producción Toyota: Más allá de la producción a gran escala*. Productivity Press / Díaz de Santos.

Ottman, J. (2011). *The New Rules of Green Marketing*. Berrett-Koehler Publishers.

Säfsten, K., & Bellgran, M. (2010). *Production Development: Design and Operation of Production Systems*. Springer London Ltd. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-495-9>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.

