



**TRABAJO DE GRADO  
Seminario.**

**Estandarización de procesos de sellado para la optimización de la eficiencia  
productiva en una planta agroindustrial**

Corporación Universitaria Remington.

Nombre de la facultad: Ingeniería

Nombre del programa académico: Ingeniería Industrial

Victor Alfonso Giraldo Restrepo

Silvana Ruiz Moreno M.Sc.

Seminario en pensamiento sistémico

2026.

## Tabla de Contenidos

Resumen.....	3
Planteamiento del problema.....	5
Marco conceptual y contextual .....	9
Contexto Geográfico y Sectorial .....	9
Objetivos.....	11
Objetivo general.....	11
Objetivos específicos .....	11
Desarrollo e implementación del aprendizaje.....	12
Diagnóstico de Parámetros y Desviaciones.....	12
Identificación de Causas Raíz.....	13
Establecimiento de Estándares Óptimos.....	14
Caracterización del sistema.....	15
Análisis de oportunidades de mejora .....	16
Plan de acción .....	17
Indicadores de seguimiento.....	18
Conclusiones.....	19
Referencias.....	20

## Resumen

El objetivo primordial de la presente investigación radica en la estandarización de los procesos de sellado, tanto vertical como horizontal, dentro de la línea de empaque de un kilogramo de una instalación agroindustrial dedicada a la producción de derivados de cereales y tubérculos (maíz, trigo y yuca).

Este estudio se encuentra en la considerable variabilidad operativa observada en la fase de empaque de productos específicos como el pandebono, pandeyuca y buñuelo. La situación no solo implicaba volver a hacer tareas y aumentaba el consumo innecesario de material de empaque, sino que también generaba costes adicionales y posibles peligros para la salubridad del producto final (Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos [ACTA], 2024).

El método empleado se fundamentó en una perspectiva sistémica, la cual permitió analizar la conexión entre los distintos componentes del proceso, tales como la maquinaria, los métodos operativos, el personal encargado, los materiales de empaque y los mecanismos de control de calidad. Para llevar a cabo el diagnóstico, se efectuaron inspecciones directas en las instalaciones, se recolectó información sobre los indicadores de funcionamiento y se valoraron las propiedades del sellado. Adicionalmente, se implementaron instrumentos de gestión de la calidad, en particular, el Diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa), con el propósito de determinar las causas fundamentales de las deficiencias halladas.

Los hallazgos revelaron que la ausencia de criterios operativos estandarizados para factores como la temperatura, la presión y la velocidad generaba inconsistencias en la calidad del sellado, afectando la uniformidad del proceso de producción. A raíz de este análisis, se establecieron rangos de operación adecuados para los componentes de sellado. Además, se propusieron mejoras que abarcan el mantenimiento preventivo (Baidal et al., 2020), la capacitación del personal, la supervisión constante de las operaciones y la creación de especificaciones técnicas de funcionamiento.

La aplicación de estas acciones mejora el rendimiento de las operaciones, disminuye las pérdidas y la necesidad de reproceso en tareas, y optimiza la calidad e inocuidad del producto final. Asimismo, este análisis proporciona fundamentos sólidos para tomar decisiones más acertadas y para consolidar el proceso de empaque dentro de la empresa.

**Palabras clave**

Calidad, eficiencia productiva, estandarización, inocuidad alimentaria, sellado térmico.

### **Planteamiento del problema**

Actualmente, las empresas del sector agroindustrial afrontan desafíos considerables relacionados con la sostenibilidad, la fluctuación constante en el precio de los insumos y la necesidad de optimizar su eficiencia productiva para satisfacer una demanda creciente (Fernández-Caramés et al., 2024). Asimismo, tienen que adaptarse a la integración de tecnologías digitales, garantizar la inocuidad alimentaria y responder a consumidores que exigen procesos más éticos y ecológicos (ACTA, 2024).

Para una empresa con operaciones a nivel nacional e internacional, mantener la consistencia en la calidad del producto final entregado no es solo un objetivo operativo, sino también un compromiso con su marca y un requisito normativo esencial. No obstante, en la planta de producción situada en el norte del Valle del Cauca, se ha identificado un problema considerable en la línea de productos derivados de maíz, trigo y yuca, especialmente en los empaques de un kilogramo de artículos como pandebono, pandeyuca y buñuelos. En la actualidad, el proceso de empaque muestra una notable variabilidad en el sellado vertical y horizontal (Asociación Española de Normalización [UNE], 2020). La integridad del cierre es uno de los elementos más cruciales en el empaque flexibles para alimentos, ya que repercute directamente en la conservación, la seguridad y la vida útil del producto (Ilhan et al., 2021).

Considerando el sistema en su totalidad, los problemas que surgen en el proceso de sellado no deben verse únicamente como un error aislado de una máquina. Más bien, son la consecuencia de cómo se relacionan los diferentes elementos que componen el sistema de producción (Fernández-Caramés et al., 2024). Factores diversos, tales como la calibración térmica de los elementos de sellado, la presión ejercida por el sistema neumático, la cadencia de la línea de producción, la calidad intrínseca del material de empaque, las metodologías operativas implementadas por el personal, la estrategia de mantenimiento preventivo y los protocolos de aseguramiento de la calidad, convergen y ejercen una influencia conjunta sobre la estabilidad y consistencia del proceso. En consecuencia, cualquier variación o anomalía en cualquiera de estos elementos

constitutivos repercute directamente en la eficiencia operacional, los volúmenes de desperdicio generados, la necesidad de retrabajo y la integridad de la inocuidad alimentaria. Bajo esta premisa, la estandarización de parámetros procura optimizar el rendimiento integral del sistema de producción en su totalidad, superando la subsanación de fallas técnicas puntuales.

**Esta inconsistencia en el sellado genera una serie de impactos negativos:**

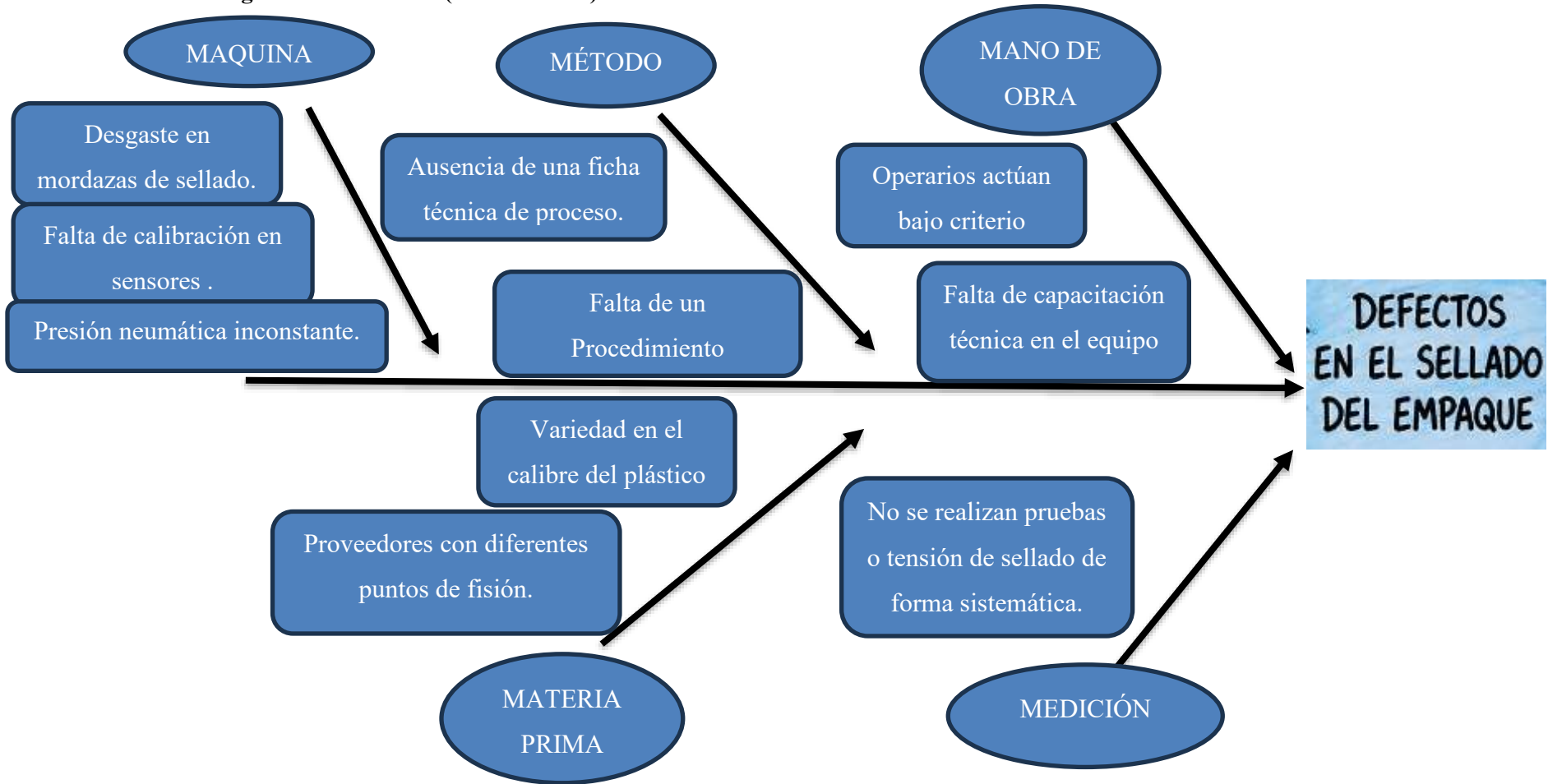
**Pérdidas económicas:** Debido al desperdicio de material de empaque y reprocesos de producto.

**Riesgos de inocuidad:** Un sellado defectuoso compromete la vida útil del producto y el cumplimiento de las normas de calidad exigidas (Guerrero & Duarte, 2024; INVIMA, 2021).

**Dificultad en la toma de decisiones:** Al no existir parámetros estandarizados, los operarios actúan bajo criterios diversos, lo que impide un control estadístico real del proceso (Takács et al., 2023).

A pesar de ser una organización orientada a la mejora continua, la falta de una estandarización técnica en las variables de sellado limita la capacidad de la planta para alcanzar su máximo potencial de eficiencia. Por tanto, surge la necesidad de investigar: ¿Cuáles son las causas de la variabilidad en el sellado de las bolsas de kilo y cómo puede la estandarización de estos procesos fortalecer la competitividad y la eficiencia operativa de la planta?

**Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)**



*Fuente: Elaboración propia*

Estas variables coinciden con factores críticos identificados en procesos de empaque y control de calidad dentro de la industria alimentaria (Takács et al., 2023).

## **Marco conceptual y contextual**

El presente proyecto se desarrolla en el contexto de la industria de ingredientes y derivados de cereales en Colombia, específicamente dentro de la operación de una organización del sector agroindustrial.

### **Contexto Geográfico y Sectorial**

La práctica se lleva a cabo en la planta de producción ubicada al Norte del Valle del Cauca, Colombia. Esta región es un eje logístico y agroindustrial clave que conecta el interior del país con el puerto de Buenaventura, facilitando tanto el acopio de materias primas (maíz, trigo, yuca) como la distribución nacional e internacional de productos terminados.

El sector agroindustrial en esta zona se caracteriza por una alta exigencia en estándares de Inocuidad Alimentaria y una competencia basada en la optimización de costos operativos.

### **Contexto Organizacional:**

La organización es una filial de una multinacional líder en la transformación de ingredientes de origen vegetal. La planta ha evolucionado de la molienda húmeda de maíz hacia la creación de soluciones nutricionales complejas.

**Capacidad Instalada:** La planta cuenta con líneas automatizadas de empaque para diversas presentaciones, siendo la línea de 1 kilogramo una de las de mayor rotación y volumen de producción.

**Cultura de Calidad:** La empresa opera bajo filosofías de mejora continua (Kaizen) y sostenibilidad (Díaz-Castillo, 2022), buscando reducir su huella de carbono mediante la minimización de desperdicios de material de empaque (plásticos de un solo uso).

**Contexto Operativo del Problema:** Dentro de la planta, el área de producción de derivados (mezclas para pandebono, buñuelo y pandeyuca) es un entorno de alta sensibilidad. El polvo fino de las harinas genera un desafío constante para los sistemas de sellado térmico.

**La Línea de 1 kg:** Es el foco de este análisis debido a que la variabilidad en los parámetros de sellado (temperatura y presión) ha sido identificada como la principal causa de mermas técnicas y reprocesos, afectando directamente los indicadores de eficiencia operativa de la planta.

**Contexto Legal y Normativo:** La operación está regida por la Resolución 2674 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, la cual establece los requisitos sanitarios para las empresas de alimentos. El cumplimiento de esta norma depende directamente de la integridad del empaque, garantizando que el producto llegue al consumidor final libre de contaminantes externo.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Estandarizar los procesos de sellado vertical y horizontal en la línea de empaque de un kilogramo de una planta agroindustrial mediante el análisis de la variabilidad operativa.

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar el estado actual de los parámetros de operación en las máquinas selladoras de la línea de un kilo, identificando las desviaciones actuales en el sellado vertical y horizontal.
- Identificar las causas raíz de las fallas de empaque en las referencias de pandebono, pandeyuca y buñuelo.
- Determinar los estándares operativos óptimos (temperatura, presión y velocidad) para asegurar un sellado uniforme que cumpla con las normativas de calidad y las exigencias del consumidor.

### **Desarrollo e implementación del aprendizaje**

Diagnosticar el estado actual de los parámetros de operación en las máquinas selladoras de la línea de un kilo, identificando las desviaciones actuales en el sellado vertical y horizontal:

#### **Diagnóstico de Parámetros y Desviaciones**

Para la evaluación preliminar, se efectuó una observación directa del proceso de empaque de unidades de un kilogramo durante diversos periodos de operación, focalizándose en los productos de pandebono, pandeyuca y buñuelo. Se recopilaron datos sobre parámetros operativos clave, como la temperatura de las mordazas, la presión neumática, la velocidad de funcionamiento y el desempeño del sellado, tanto vertical como horizontal. variables como la temperatura, la presión y la velocidad influyen directamente en la calidad y resistencia del sellado térmico en empaques alimentarios (Garbacz et al., 2026).

El análisis realizado evidenció diferencias importantes en los ajustes operativos entre los distintos turnos y operarios, lo que indica la ausencia de protocolos estandarizados para la configuración de la máquina selladora. Además, mediante inspecciones visuales y pruebas de hermeticidad aplicadas a muestras aleatorias del proceso, se identificaron fugas de aire en aproximadamente el 5 % de las unidades evaluadas. Estas fallas estuvieron relacionadas principalmente con problemas de sincronización en las mordazas y con la acumulación de residuos de producto en la zona de sellado

Estos hallazgos permitieron determinar que las anomalías de funcionamiento no se originaban exclusivamente en los equipos, sino que también estaban relacionadas con los procedimientos de trabajo, un mantenimiento insuficiente, la variabilidad inherente al material de empaque.

### **Identificación de Causas Raíz**

Identificar las causas raíz de las fallas de empaque en las referencias de pandebono, pandeyuca y buñuelo, mediante el uso de herramientas de calidad (como el Diagrama de Ishikawa):

#### **Resultado esperado:**

Se determinó que la causa principal de las fallas en pandebono, pandeyuca y buñuelo radica en la variabilidad en los parámetros de sellado (temperatura y presión) ha sido identificada como la principal causa de mermas técnicas y reprocesos. Este análisis permitió clasificar las fallas en tres categorías: mecánicas, operativas y de insumos.

Determinar los estándares operativos óptimos (temperatura, presión y velocidad) para asegurar un sellado uniforme que cumpla con las normativas de calidad y las exigencias del consumidor.

## **Establecimiento de Estándares Óptimos**

### **Resultados esperados:**

#### **Ficha técnica de parámetros o tabla de estandarización.**

El establecimiento de criterios operativos uniformes ha permitido mitigar la fluctuación inherente al proceso de termosellado, lo que se ha traducido en una mejora significativa de la estabilidad operacional de la línea de envasado. La aplicación de intervalos definidos para la temperatura, la presión y la celeridad contribuyó a la disminución de imperfecciones como fugas, uniones incompletas y alteraciones morfológicas del envase.

La fijación de un rango térmico de 180 °C a 195 °C en el elemento de sellado vertical optimizó la adherencia del cierre y redujo las aperturas involuntarias durante la manipulación del artículo. De manera análoga, la calibración de la temperatura del componente de sellado horizontal entre 130 °C y 145 °C propició una mayor estanqueidad del envase, sin inducir deformaciones en el sustrato polimérico.

El control de la presión neumática, mantenido entre 40 y 45 psi, garantizó una distribución homogénea de la fuerza aplicada sobre la zona de sellado, lo que disminuyó las deficiencias estructurales y la necesidad de reelaboración debida a uniones deficientes. Finalmente, la uniformización de la celeridad a 30 revoluciones por minuto posibilitó una sincronización óptima entre las fases del proceso y la mitigación de irregularidades resultantes de fluctuaciones operativas.

La implementación de estas directrices estandarizadas potencia la eficacia global del sistema de producción, al lograr una minimización de los residuos de materia prima, una reducción en los tiempos de reproceso y un incremento sustancial en la seguridad sanitaria del producto final.

## **Caracterización del sistema**

El presente sistema bajo análisis se enfoca en la operación de envasado de productos agroindustriales derivados de cereales (maíz, trigo) y (yuca), presentados en un formato unitario de un kilogramo, dentro de una instalación de procesamiento. Este sistema engloba la interacción de capital humano, equipamiento tecnológico, protocolos operacionales, materias primas y dispositivos de monitoreo y regulación (Asociación Española de Normalización [UNE], 2024), todos orientados a asegurar la calidad inherente del producto terminado.

### **Elementos de Entrada del Sistema**

- Formulaciones alimentarias procesadas (p. ej., premezclas para pandebono, pandeyuca y buñuelo).
- Material de acondicionamiento polimérico en formato de film.
- Suministro energético (eléctrico y neumático).
- Variables de proceso (tales como temperatura, presión y velocidad de ciclo).
- Personal operativo.

### **Secuencia Operativa**

La secuencia operativa comienza con la dispensación precisa del producto en los recipientes de envasado, seguida de un termosellado longitudinal y transversal ejecutado por elementos calefactados. Subsiguientemente, se ejecutan las fases de verificación visual, marcado de identificación y expedición del producto final.

### **Productos y Salidas del Sistema**

- Producto envasado y herméticamente sellado.
- Materiales residuales o subproductos de desecho.
- Unidades que requieren reprocesamiento debido a deficiencias en el sellado.
- Datos e información para la gestión operativa.

### **Factores Críticos**

Se han identificado como factores críticos para el desempeño del sistema los siguientes:

- Temperatura de los elementos de sellado.
- Presión del sistema neumático.
- Ritmo de producción o velocidad de la línea.
- Condición física de los elementos de termosellado.
- Integridad y propiedades del material de empaque.
- Nivel de cualificación del personal operario.

### **Agentes Involucrados**

Los principales actores o partes interesadas dentro de este sistema son:

- Personal encargado de las operaciones de envasado.
- Equipo de soporte técnico y mantenimiento.
- Departamento de aseguramiento de la calidad.
- Supervisores de la cadena productiva.

### **Repercusiones de una Gestión Deficiente**

Una gestión ineficaz o la ausencia de regulación sobre las variables críticas del sistema puede resultar en defectos como fallas en la integridad del envase (manifestadas como fugas o pérdida de la hermeticidad), compromiso de la inocuidad del producto por contaminación, un aumento en las tasas de retrabajo, despilfarro de material de acondicionamiento y una pérdida significativa en la eficiencia operativa. Además, esto compromete el cumplimiento de los requisitos de seguridad alimentaria y calidad estipulados por la normativa vigente.

### **Análisis de oportunidades de mejora**

Se concluye que las máquinas selladoras de la línea de un kilo operaban bajo parámetros empíricos y no estandarizados, lo que generaba una variabilidad crítica en el sellado vertical y horizontal, afectando la hermeticidad del empaque.

**Sobre las causas de falla:** El análisis mediante herramientas de calidad permitió determinar que las fallas en las referencias de pandebono, pandeyuca y buñuelo no eran fortuitas, sino causadas principalmente por descalibración térmica o desgaste de mordazas, lo que provocaba un alto índice de reprocesos.

**Sobre la estandarización:** La definición de parámetros técnicos (temperatura, presión y velocidad) proporciona una base operativa sólida que asegura la calidad del producto final, permitiendo cumplir con las exigencias del consumidor y reducir el desperdicio de material de empaque. La calidad del material y las propiedades del film influyen significativamente en la resistencia mecánica y el comportamiento del sellado térmico durante el proceso de empaque (Bamps et al., 2023)

#### Plan de acción

Acción	Responsable	Frecuencia	Recurso	Indicador
Verificación de temperatura y presión	Operario de línea	Inicio de turno	Check-list	% cumplimiento de parámetros
Limpieza de mordazas	Mantenimiento	Cambio de rollo	Kit de limpieza	Número de fallas por residuos
Capacitación técnica	Calidad y producción	Mensual	Material audiovisual	% personal capacitado
Calibración de sensores	Mantenimiento	Quincenal	Instrumentos de calibración	Desviación de temperatura
Registro de reprocesos	Supervisor	Diario	Formato de control	Kg reprocesados/lote

*Fuente: Elaboración propia*

El plan de acción tendrá una duración inicial de tres meses, con seguimiento semanal de indicadores y evaluación mensual de resultados.

### **Indicadores de seguimiento**

Para realizarle el debido seguimiento efectivo que garantice que estos estándares se mantengan en el tiempo tenemos tres herramientas:

- Check-list en la cual se registrarán los momentos claves durante el turno; por ejemplo, inicio de turno, cambio de rollos etc.
- Control de variables de temperatura (grafico), si se registra algún cambio en la temperatura de las mordazas aquí deben de quedar registradas.
- Bitácora de reproceso o desperdicio:

**Indicador (KPI):** Kilos de material de empaque desperdiciado por lote de producción.

#### ○ **Indicadores de seguimiento**

##### **Indicador 1: Porcentaje de reproceso**

$$\text{Porcentaje de reproceso} = \frac{\text{Kg reprocesados}}{\text{Kg producidos}} \times 100$$

Objetivo: medir el impacto de las fallas de sellado sobre la producción.

Se mide cada turno y lo realiza el líder de empaque.

##### **Indicador 2: Desperdicio de material de empaque**

$$\text{Desperdicio} = \frac{\text{Kg de empaque desperdiciado}}{\text{Kg de empaque utilizado}} \times 100$$

Objetivo: controlar pérdidas económicas asociadas al proceso.

Se mide cada turno y lo realiza el líder de empaque.

##### **Indicador 3: Cumplimiento de parámetros operativos**

$$\text{Cumplimiento} = \frac{\text{Número de verificaciones conformes}}{\text{Total de verificaciones}} \times 100$$

Objetivo: verificar estabilidad del proceso.

Se realiza cada turno y lo revisa el ingeniero de turno.

### **Conclusiones**

Se determinó que las máquinas de sellado funcionaban sin una configuración estandarizada, lo que generaba inconsistencias en el sellado y comprometía la hermeticidad del empaque. El análisis realizado reveló que las causas principales de los defectos estaban relacionadas con un ajuste incorrecto de la temperatura, el desgaste de las piezas de cierre y la carencia de una supervisión operativa adecuada. Asimismo, la estandarización de especificaciones técnicas de temperatura, presión y velocidad permitió crear un entorno operativo más consistente, enfocado en optimizar la calidad del producto y reducir el desperdicio de material de empaque.

## Referencias

- Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ACTA). (2024). *Plan de inocuidad ACTA 2024-2026*. <https://portal.acta.org.co/>.
- Asociación Española de Normalización. (2020). *UNE-EN ISO 11607-2: Envases para productos sanitarios esterilizados terminalmente — Parte 2: Requisitos de validación para procesos de conformación, sellado y ensamblado*. UNE.
- Asociación Española de Normalización. (2024). *UNE-EN ISO 11607-2/A1: Aplicación de la gestión de riesgos en procesos de sellado*. UNE.
- Baidal, N. E. C., Castro, N. G. P., & Jaramillo, M. G. L. (2020). Medidas higiénico sanitarias, biodegradables para los procesos de empaquetado de alimentos. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(3), 1003–1032.
- Bamps, B., Buntinx, M., & Peeters, R. (2023). Seal materials in flexible plastic food packaging: A review. *Packaging Technology and Science*, 36(7), 507–532.
- Fernandez-Carames, T. M., Blanco-Novoa, O., Froiz-Miguez, I., & Fraga-Lamas, P. (2024). *Towards an autonomous Industry 4.0 warehouse: Inventory and traceability applications in supply chain management*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2402.00709>
- Garbacz, P., Burghardt, A., Czajka, P., Meżyk, J., & Mizak, W. (2026). Predictive Modeling of Packaging Seal Strength: A Hybrid Vision and Process Data Approach for Non-Destructive Quality Assurance. *Applied Sciences*, 16(2), 923.
- Guerrero, C. C., & Duarte, L. C. R. (2024). Los Métodos utilizados para verificar el saneado en la industria de alimentos: Una revisión de la literatura científica. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 29(1), 172–195.
- Ilhan, I., Turan, D., Gibson, I., & ten Klooster, R. (2021). *Understanding the factors affecting the seal integrity in heat sealed flexible food packages: A review*. *Packaging Technology and Science*, 34(6), 321–337. <https://doi.org/10.1002/pts.2564>
- Díaz-Castillo, J. P. (2022). *Manual de ecodiseño de envases para la industria química*. Programa Global Quality and Standards Programme (GQSP Colombia).

Takács, K., Mason, A., Cordova-Lopez, L. E., Alexy, M., Galambos, P., & Haidegger, T. (2023). Current safety legislation of food processing smart robot systems the red meat sector. *arXiv preprint arXiv:2304.14014*.

WITT Gastechnik GmbH & Co. KG. (2025). *Detección de fugas en envases alimentarios*. <https://www.wittgas.com/es/productos/deteccion-de-fugas/>