



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Estandarización operacional y mejora continua en las líneas de Empaque y Granola de
PRONALCE S.A.**

Arthur José Mosquera Franco

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Industrial

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria o Práctica Empresarial

Asesora

Luz Marcela Restrepo Tamayo Doctor (PhD) en Ingeniería

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Medellín, Antioquia, Colombia

2026



Cita

(Mosquera Franco, 2026)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Mosquera Franco, A. J. (2026). *Estandarización operacional y mejora continua en las líneas de Empaque y Granola de PRONALCE S.A.: un estudio de métodos y tiempos e implementación de instructivos operativos como base para la estandarización*. [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, seguido a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida y mi mayor ejemplo a seguir. Gracias por su amor, por su esfuerzo, por las oportunidades que me han brindado y por enseñarme, con su ejemplo, el valor de la perseverancia. Gran parte de lo que soy y de lo que he alcanzado se lo debo a ustedes. Si algún día llego a ser grande en la vida, espero hacerlo con la misma nobleza, fortaleza y entrega con la que ustedes han construido la suya.

Generalmente a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron parte de mi formación personal, académica y profesional, y que con sus palabras, consejos o apoyo contribuyeron a que este proyecto pudiera culminarse satisfactoriamente.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad de Antioquia por brindarme los conocimientos, espacios y herramientas necesarias para mi formación como ingeniero industrial. Esta institución ha sido parte fundamental de mi crecimiento académico y profesional, permitiéndome desarrollar capacidades que hoy se ven reflejadas en este trabajo.

A mi asesora de práctica, la profesora Luz Marcela Restrepo Tamayo, le expreso mi más sincero agradecimiento por su acompañamiento, paciencia, orientación y disposición durante este proceso. Valoro profundamente su forma de guiar y el amor con el que transmite el conocimiento. Su apoyo anímico fue fundamental para a este trabajo, y me deja una gran admiración por su calidad humana y profesional.

A PRONALCE S.A., por abrirme sus puertas y permitirme realizar mi práctica empresarial en un entorno de aprendizaje constante. Agradezco la confianza depositada en mí, el apoyo recibido, el compañerismo y la oportunidad de aplicar mis conocimientos en un contexto real de producción. Durante este proceso pude crecer no solo como futuro profesional, sino también como persona, aprendiendo día a día de los retos, experiencias y enseñanzas que ofrece la empresa.

Tabla de contenido

Resumen.....	8
Abstract.....	9
1. Introducción	10
2. Objetivos.	12
2.1 Objetivo general.....	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3. Marco teórico.	13
4. Metodología.	16
5. Análisis de resultados.	21
6. Conclusiones y recomendaciones.....	41
Referencias.....	43
Anexos	44

Lista de tablas

Tabla 1. Condiciones críticas identificadas en el área de granola	22
Tabla 2. Componentes incorporados en los instructivos del área de granola	23
Tabla 3. Variables empleadas para el análisis operativo en el área de empaque	24
Tabla 4. Comparación de tiempos promedio en la referencia granola 350 g. Máquina de hojuelas	26
Tabla 5. Restricciones identificadas en las líneas de empaque a partir del análisis de métodos y tiempos.....	28
Tabla 6. Análisis de peso para la referencia Hojuela 2.500 gramos	31
Tabla 7. Comparación del tiempo de llenado de estibas con y sin rotación de operarios	34
Tabla 8. Componentes de los instructivos operativos del área de empaque	38
Tabla 9. Aplicación de herramientas de mejora continua en el área de empaque	40

Lista de figuras

Figura 1. <i>Diagrama de causa y efecto en empaque hojuela 2500 gramos.</i>	29
Figura 2. Diagrama de causa y efecto en empaque máquina de harinas.	30
Figura 3. <i>Diagrama de flujo empaque hojuela 2500 gramos.</i>	31
Figura 4. Comportamiento del peso en la referencia Hojuela 2.500 gramos.....	32
Figura 5. Ubicación en puesto de trabajo para Hojuela 2.500 gramos.....	34
Figura 6. Ubicación en puesto de trabajo para máquina de harinas	36
Figura 7. Diagrama de flujo empaque máquina de harinas.	37

Siglas, acrónimos y abreviaturas

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura

G: Gramos

I+D: Investigación y Desarrollo

Kg: Kilogramos

Min: Minutos

PHVA: Planear, Hacer, Verificar y Actuar

5S: Clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener

Resumen

El presente informe de práctica se desarrolla en PRONALCE S.A., empresa del sector alimentario, específicamente en las áreas de empaque y granola, donde la estandarización es un pilar fundamental para garantizar eficiencia, inocuidad y repetibilidad operativa. Durante el desarrollo de la práctica se identificaron oportunidades de mejora asociadas a la variabilidad en la ejecución de actividades, la dependencia del conocimiento empírico y la necesidad de fortalecer la documentación de los procesos. El objetivo del proyecto fue estandarizar los procesos productivos de las áreas de empaque y granola mediante el análisis de métodos y tiempos y la implementación de instructivos operativos, con el fin de reducir la variabilidad, mejorar la eficiencia operativa y establecer condiciones de trabajo controladas. La metodología se basó en observación directa en planta, levantamiento de información, estudios de métodos y tiempos, identificación de restricciones, construcción de instructivos y aplicación de herramientas de mejora continua como PHVA y 5S. Como resultado, se identificaron actividades restrictivas en empaque, oportunidades de estandarización en máquinas de hojuelas, gran formato y harinas, y se apoyó la construcción de instructivos para el área de granola. Se concluye que el proyecto permitió transformar prácticas empíricas en procedimientos documentados, fortaleciendo el control y la mejora continua.

Palabras clave: variabilidad, estandarización de procesos, métodos y tiempos, instructivos operativos, mejora continua, empaque, granola.

Abstract

This internship report was developed at PRONALCE S.A., a company in the food industry, specifically in the packaging and granola areas, where standardization is a fundamental pillar for ensuring efficiency, food safety, and operational repeatability. During the internship, improvement opportunities were identified related to variability in the execution of activities, dependence on empirical knowledge, and the need to strengthen process documentation. The objective of the project was to standardize the production processes of the packaging and granola areas through methods and time studies and the implementation of operating instructions, in order to reduce variability, improve operational efficiency, and establish controlled working conditions. The methodology was based on direct observation on the production floor, information gathering, methods and time studies, identification of restrictions, development of operating instructions, and application of continuous improvement tools such as PDCA and 5S. As a result, restrictive activities were identified in the packaging area, standardization opportunities were found in the flakes, large-format, and flour packaging machines, and the development of operating instructions for the granola area was supported. It is concluded that the project made it possible to transform empirical practices into documented procedures, strengthening process control and continuous improvement.

Keywords: process standardization, methods and time studies, operating instructions, continuous improvement, packaging, granola.

1. Introducción

La estandarización es fundamental para mejorar la eficiencia, disminuir la variabilidad y fortalecer el control en los procesos productivos de las organizaciones (*M. Hammer, 2001*). En la gestión de la calidad, la estandarización permite establecer métodos de trabajo claros y repetibles, lo cual facilita el control del proceso y la mejora de los resultados operativos (*Juran, 1999*). El sector de alimentos, este pilar toma mayor relevancia gracias a que los procesos son simultáneos con calidad, inocuidad y productividad (*Mortimore & Wallace, 2013*). Por tal manera herramientas como el estudio de métodos y tiempos, instructivos operativos y promoción de mejora continua, llegan a analizar la ejecución de los procesos, identifica restricciones y convierte actividades operativas en procedimientos documentados (*Food Safety with IFCO Reusable Packaging, s. f.*).

En PRONALCE S.A. durante la práctica empresarial se llevaron a cabo propuestas de mejora identificadas en las áreas de empaque y granola, estas oportunidades asociadas a la variabilidad en la ejecución de actividades, dependencia del conocimiento empírico y la necesidad de mejorar la documentación de los procesos (*Antony et al., 1999*). Para el área de empaque algunas actividades presentaban diferencias en métodos de trabajo, tiempos y distribución de funciones durante el proceso por parte de los operarios y controladores. En el área de granola se identifica la necesidad de fortalecer la inocuidad, organización del puesto de trabajo y la correcta ejecución del proceso. Lo cual en dichas condiciones genera tiempos improductivos, reprocesos, desperdicios y la inestabilidad del flujo de las actividades (*Womack & Jones, 2008*).

A partir de esta situación, el fin del presente informe es presentar la propuesta de estandarización en las áreas de empaque y granola en PRONALCE S.A., esto mediante el análisis de métodos y tiempos, la implementación de instructivos y la promoción de herramientas de mejora continua. A partir de lo anterior, la pregunta orientadora del proyecto puede plantearse de la siguiente manera: ¿cómo pueden los estudios de métodos y tiempos y la construcción de instructivos operativos contribuir a la estandarización y mejora del control operativo en las áreas de empaque y granola de PRONALCE S.A.?

La metodología aplicada se desarrolló bajo un enfoque práctico y aplicado. En el área de granola se realizó observación directa del proceso, levantamiento de información, validación de condiciones operativas con apoyo del área de Investigación y Desarrollo e identificación de oportunidades de mejora asociadas a inocuidad y organización. En el área de empaque se caracterizaron las líneas de trabajo, se aplicaron estudios de métodos y tiempos, se compararon actividades manuales con el ritmo de las máquinas, se identificaron restricciones operativas y se estructuraron propuestas de estandarización apoyadas en herramientas de mejora continua como PHVA y 5S.

Como resultado, el proyecto permitió construir una base para mejorar la repetibilidad de los procesos. En granola, se apoyó la construcción de instructivos orientados a formalizar actividades que dependían del conocimiento empírico del personal. En empaque, se identificaron actividades críticas, restricciones operativas y oportunidades de estandarización en líneas como hojuelas, gran formato y harinas. En síntesis, el informe evidencia que la estandarización operacional no se limita a documentar procedimientos, sino que requiere comprender el proceso, medir su comportamiento, identificar restricciones y convertir los hallazgos en herramientas aplicables para la mejora continua.

2. Objetivos.

2.1 Objetivo general.

Estandarizar los procesos productivos de las áreas de empaque y granola en PRONALCE S.A., mediante el análisis de métodos y tiempos y la implementación de instructivos operativos, con el fin de reducir la variabilidad de los procesos, mejorar la eficiencia operativa y establecer condiciones de trabajo controladas.

2.2 Objetivos específicos.

- Aplicar estudios de métodos y tiempos en las líneas de empaque, con el fin de identificar restricciones operativas, variaciones en la ejecución de las actividades y su impacto en la eficiencia del proceso productivo.
- Diseñar e implementar instructivos operativos en el área de empaque, que permita estandarizar la secuencia de actividades, mejorar la repetibilidad del proceso y reducir la dependencia del conocimiento empírico.
- Apoyar al área de I+D en la construcción de instructivos en el área de granola, asegurando el cumplimiento de condiciones de inocuidad y la correcta ejecución de las actividades productivas.

3. Marco teórico.

La eficiencia en los sistemas productivos depende en gran medida del control de los procesos, la estandarización y la reducción de la variabilidad en las actividades (Groover, M. P. 2020). En la industria alimentaria, estos aspectos tienen mayor relevancia debido a la necesidad de garantizar de forma simultánea productividad, calidad e inocuidad del producto (He et al., 2018). En este contexto, herramientas fundamentales como el estudio de métodos y tiempos y la aplicación de herramientas de mejora continua, las cuales permiten identificar ineficiencias, reducir desperdicios, disminuir tiempos y fortalecer el control operativo.

En empresas como PRONALCE S.A., donde la falta de estandarización e implementación de herramientas de mejora continua puede generar variaciones en los estándares de productividad, incremento de desperdicios, reprocesos y dependencia del criterio individual de los colaboradores. De tal modo, la integración de estudios de métodos y tiempos, herramientas Lean Manufacturing y Buenas Prácticas de Manufactura se convierte en un pilar clave para contrarrestar este conjunto de fallas dentro del proceso productivo.

3.1 Estandarización de procesos productivos.

La estandarización de procesos consiste en definir de forma clara, documentada el método de ejecutar una actividad, con el fin de reducir la variabilidad y asegurar que los resultados no dependan únicamente de la experiencia o destreza individual del operario (M. Hammer 2001.). Un proceso estandarizado permite controlar recursos, calidad del producto y las condiciones de trabajo. Lo que establece una base operativa sobre la cual se pueda medir, controlar y realizar mejoras (Juran, 1999).

3.2. Estudio de Métodos.

El estudio de métodos es un análisis sistemático de la forma en que se realiza una tarea, con el fin de mejorarla mediante la eliminación de actividades innecesarias, la simplificación del trabajo y la mejora en la secuencia de las operaciones. Esta técnica se basa en la observación del proceso,

el registro de cada actividad, la evaluación y cuestionamiento de los métodos, lo que permite identificar oportunidades de mejora en eficiencia, ergonomía y seguridad (Freivalds, 2009).

3.3. Estudio de Tiempos.

El estudio de tiempos es una herramienta complementaria al estudio de métodos que busca determinar el tiempo requerido para ejecutar una tarea bajo condiciones normales de trabajo. La determinación de tiempos estándar permite establecer proyecciones confiables para la planeación de la producción, la evaluación del desempeño operativo y la identificación de tiempos improductivos (Barnes, 1991).

3.4 Lean Manufacturing y Mejora Continua.

Lean Manufacturing es una filosofía enfocada en la eliminación de desperdicios y la creación de valor utilizando la menor cantidad de recursos posibles (Antony et al., 1999). Este enfoque promueve la mejora continua de los procesos productivos mediante la identificación de actividades que no agregan valor y la estandarización de las mejores prácticas operativas (Womack & Jones, 2008).

Dentro de Lean Manufacturing, herramientas como las 5S y el ciclo PHVA. Las 5S contribuyen a la organización, limpieza y disciplina en el área de trabajo, mejorando la eficiencia y reduciendo errores operativos (Patel & Thakkar, 2014). El ciclo PHVA se utiliza como una estructura metodológica para gestionar la mejora continua, permitiendo planear acciones, ejecutarlas, verificar sus resultados y estandarizar las mejoras alcanzadas (Chen & Li, 2019).

3.4 Diagrama de Ishikawa.

El diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa, es una herramienta de análisis que permite identificar, organizar y analizar las posibles causas de un problema específico. Esta herramienta clasifica las causas en categorías como métodos, mano de obra, maquinaria, materiales, medición y medio ambiente, facilitando una visión estructurada de los factores que afectan el desempeño del proceso (Ishikawa, 2003).

3.5 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Las Buenas Prácticas de Manufactura constituyen un conjunto de principios y procedimientos orientados a garantizar la higiene, la seguridad y la calidad en los procesos de producción de alimentos. Su aplicación es fundamental en áreas donde hay manipulación directa de materias primas, productos en proceso y productos terminados (C. Florez 2010).

4. Metodología.

El proyecto se desarrolló a partir del análisis de procesos productivos en las áreas de empaque y granola de PRONALCE S.A., con el propósito de avanzar en la estandarización de procesos de la compañía, la identificación de restricciones operativas y la construcción de instructivos que permitieran establecer condiciones de trabajo controladas y repetibles. La metodología se orientó desde un enfoque aplicado, basado en la observación directa en planta, el levantamiento de información operativa, el análisis de métodos y tiempos, y la documentación de procedimientos de trabajo. Dado que las áreas intervenidas presentaban características diferentes, el trabajo se abordó mediante dos líneas metodológicas. En el área de granola, el enfoque principal fue la observación, documentación y validación del proceso con apoyo del área de Investigación y Desarrollo (I+D), debido a que varias actividades se ejecutaban desde el conocimiento empírico del personal. En el área de empaque, el trabajo se centró en el estudio de métodos y tiempos, la caracterización de actividades y la identificación de cuellos de botella restrictivos en el flujo de las líneas de operación.

4.1 Área de granola.

El trabajo en el área de granola tuvo como propósito observar, documentar y estandarizar el proceso productivo, considerando que varias de sus actividades eran realizadas con base en la experiencia del personal y no se encontraban documentadas. Se desarrolló con acompañamiento del equipo de I+D, con el fin de que la información recolectada fuera coherente con las especificaciones del producto y los criterios de inocuidad dentro de la planta de producción.

4.1.1 Observación y análisis del proceso productivo.

Esta observación permitió comprender el paso a paso de actividades, las condiciones de trabajo, el método de trabajo y los criterios prácticos utilizados durante la manipulación producto en proceso. El acompañamiento de I+D fue importante porque permitió comprender no solo el orden del proceso, sino también la razón técnica de ciertas prácticas aplicadas en el manejo del producto. Durante esta etapa se identificaron las condiciones de operación del área, las prácticas utilizadas por los operarios y el nivel de cumplimiento de las BPM. Lo que permitió construir una

visión inicial del proceso y reconocer cuáles actividades requerían documentación, ajuste o validación.

4.1.2 Recolección de información y validación de condiciones operativas.

Se realizó el levantamiento de información del proceso como la secuencia actividades, incorporación de materias primas, condiciones de manipulación, organización del área de trabajo y métodos utilizados por los colaboradores durante la producción de granola. La información recolectada fue revisada con el equipo de I+D y con los colaboradores de la operación, con el fin de validar qué prácticas eran técnicamente adecuadas y cuáles requerían ajustes para alinearse con criterios de productividad, inocuidad y control del proceso. Esta validación permitió diferenciar entre prácticas empíricas funcionales y prácticas que podían generar variabilidad, riesgos de inocuidad o dificultades en la repetibilidad del proceso.

4.1.3 Diseño y construcción del instructivo operativo.

A partir de la información recolectada y validada, se elaboró un instructivo operativo para el proceso de producción de granola. Este instructivo tuvo como finalidad documentar de forma clara la secuencia de actividades, las condiciones de operación, los lineamientos de inocuidad. La construcción del instructivo no se limitó a describir lo que ya se hacía en planta, sino que buscó organizar el proceso de manera más sencilla y estandarizada. Para ello, se integraron criterios de productividad, inocuidad y operación, de modo que el documento pudiera servir como guía para los operarios y como herramienta de referencia para las áreas involucradas.

4.1.4 Socialización y validación del instructivo.

Una vez construido el instructivo, se realizó su socialización con los actores relacionados con el proceso. En esta etapa participaron controladores del área de granola, Gerencia, Producción, Calidad, I+D y Mantenimiento. La socialización permitió revisar la aplicabilidad del documento, validar que las actividades descritas correspondieran a la realidad operativa y recibir observaciones desde las diferentes áreas de la compañía. Esta socialización sirvió para asegurar que el instructivo no quedara como un documento aislado, sino como una herramienta aplicable en planta y alineada con las necesidades reales de producción, calidad e inocuidad.

4.2 Metodología aplicada en el área de empaque.

En el área de empaque, la metodología se orientó principalmente al análisis de métodos y tiempos, debido a que el desempeño del proceso depende de la interacción entre máquinas, controladores y operarios. El estudio se desarrolló en las líneas de empaque más representativas del proceso productivo: máquina de harinas, máquina de gran formato y máquina de hojuelas.

4.2.1 Caracterización del proceso de empaque.

Se caracterizó el proceso de empaque desde el abastecimiento de producto hasta la salida del producto empacado hacia las etapas posteriores. Para esto se identificaron las actividades principales del flujo: carga de producto en tolva desde bultos o big bag, dosificación y descarga por parte de la máquina, empaque según la presentación correspondiente, sellado del material de empaque y traslado al detector de metales. Esta caracterización permitió comprender cómo cambia el proceso según el tipo de referencia a empacar y que variables conlleva esto, como lo son: máquina de empaque, producto, gramaje, material de empaque y recurso humano requerido. Además, facilitó la identificación de puntos críticos, especialmente en actividades donde se genera acumulación de producto, reprocesos, tiempos de espera o variaciones en la ejecución del método.

4.2.2 Estudio de métodos y análisis de actividades.

Después de comprender el flujo de actividades dentro de empaque, se realizó un estudio de métodos enfocado en analizar cómo los operarios y controladores realizaban cada actividad dentro de la línea. Se observó la secuencia de trabajo, la distribución de funciones entre operarios, la ubicación física dentro de la línea, el uso de herramientas y materiales, y las diferencias en la ejecución según referencia, tipo de empaque y número de personas asignadas. Este análisis permitió evidenciar que, aunque las líneas funcionaban operativamente, existían variaciones importantes entre turnos y entre operarios. En algunos casos, la eficiencia dependía en gran medida de la experiencia del personal, lo que mostraba la necesidad de avanzar hacia estandarizar los métodos.

4.2.3 Estudio de tiempos y análisis del desempeño.

De manera complementaria al estudio de métodos, se realizó un estudio de tiempos mediante cronometraje. Con el fin de medir el tiempo requerido para ejecutar actividades del proceso de empaque y compararlo con el ritmo de operación de las máquinas, expresado en unidades por minuto. Lo que permitió establecer si las actividades manuales estaban alineadas con la capacidad de la máquina o si, por el contrario, alguna operación realizada por el personal limitaba el flujo del proceso. Se evaluó la relación entre capacidad de máquina, destreza del recurso humano y distribución de actividades.

4.2.4 Identificación de restricciones y cuellos de botella.

Con base en los estudios de métodos y tiempos, se identificaron las actividades restrictivas del proceso. Se consideró como restricción aquella actividad cuyo tiempo de ejecución superaba el ritmo impuesto por la máquina generando acumulación de producto en el lugar de trabajo y provocando paros no programado para la organización del puesto de trabajo. Esto permitió reconocer qué actividades afectaban directamente el desempeño de la línea. La identificación de cuellos de botella también facilitó la priorización de acciones correctivas, dado que no todas las actividades tenían el mismo impacto sobre la eficiencia del proceso.

4.2.5 Levantamiento y análisis de parámetros operativos.

De forma paralela al estudio de métodos y tiempos, se realizó un levantamiento de los parámetros utilizados en las máquinas de empaque. Esta actividad surgió debido a la variabilidad observada en la configuración de las máquinas entre diferentes controladores para una misma referencia. Se identificaron los parámetros aplicados en operación, se compararon con los valores previamente documentados por la empresa y se analizaron los rangos utilizados. Esta información fue necesaria como complemento del análisis de métodos y tiempos, ya que el desempeño de una línea de empaque depende tanto del método operativo como de las condiciones bajo las cuales trabaja la máquina.

4.2.6 Construcción de instructivos operativos en empaque.

A partir de la caracterización del proceso, los estudios de métodos y tiempos y el levantamiento de parámetros operativos, se inició la construcción de instructivos para las líneas de empaque. Con el fin de estandarizar la secuencia de actividades, definir funciones por rol, establecer condiciones básicas de operación y reducir la dependencia del conocimiento empírico. Los instructivos desarrollados se orientaron a las máquinas de harinas y gran formato, dado que en estas líneas se evidenciaron mayores oportunidades de estandarización. La construcción de estos documentos permitió consolidar la información levantada durante el proceso y convertirla en una herramienta práctica para la operación.

5. Análisis de resultados.

5.1 Resultados en el área de granola.

El trabajo desarrollado en el área de granola permitió identificar que el proceso productivo contaba con una estructura funcional aceptable, pero presentaba oportunidades de estandarización y control documental. Con esto, el resultado principal estuvo asociado a la formalización de actividades que se ejecutaban principalmente desde el conocimiento empírico del personal operativo. Lo cual limita su repetibilidad, dificulta la capacitación de nuevo personal y reduce la capacidad de controlar desviaciones futuras.

5.1.1 Identificación de métodos operativos y oportunidades de mejora.

Los hallazgos en el área de granola permitieron evidenciar oportunidades de estandarización asociadas al control operativo, la inocuidad, la organización del puesto de trabajo y la trazabilidad del proceso. Esta área se encuentra distribuida en diferentes niveles operativos: en el tercer piso se ejecutan operaciones relacionadas con la preparación de jarabe y mezcla húmeda, el segundo piso se desarrollan actividades asociadas al horneo del cereal húmedo. En ambos espacios se identificaron condiciones que, aunque no impedían la continuidad del proceso, sí podían generar variabilidad, dependencia del criterio individual del operario y riesgos asociados a la correcta manipulación del producto.

En el proceso de horneo se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con el control del tiempo, la temperatura y la trazabilidad del producto. Algunos hornos no contaban con alarma temporizadora, por lo que el seguimiento del tiempo de horneo dependía directamente del operario. En el tercer piso, correspondiente a las actividades de jarabe y mezcla húmeda, se identificaron condiciones asociadas al orden, la ubicación de materiales y la separación de insumos. Se observaron materias primas, herramientas y elementos de trabajo ubicados de manera poco ordenada, lo que podía generar dificultades en la ejecución del proceso y riesgos de confusión durante la operación. Otro aspecto relevante fue la ubicación de herramientas utilizadas durante el proceso, como la pala empleada para facilitar la dosificación o descarga del producto mezclado desde el silo hacia las bandejas. Se observó que esta herramienta no contaba con un punto definido

de almacenamiento y, en algunos momentos, era apoyada directamente sobre el suelo. Esta práctica representa una oportunidad de mejora desde el punto de vista de BPM, ya que las herramientas en contacto con el producto deben mantenerse en condiciones higiénicas y ubicarse en lugares establecidos que eviten contaminación o deterioro.

Tabla 1. Condiciones críticas identificadas en el área de granola.

Condición identificada	Área o proceso asociado	Impacto operativo o sanitario
Control manual del tiempo de horneo	Horneo	Variación en textura y humedad
Ausencia de registro formal de tiempo y temperatura	Horneo	Dificultad para analizar desviaciones del proceso
Falta de identificación objetiva del horno de procedencia	Horneo	Limitaciones en trazabilidad interna, queda a memoria de operario
Liberación por humedad dependiente de comunicación	Horneo / calidad	Riesgo de liberar producto sin verificación
Herramientas de trabajo sin ubicación definida	Mezcla húmeda	Riesgo de contaminación y pérdida de control del proceso
Secuencia operativa no documentada	Granola en general	Dependencia del conocimiento del operario

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en PRONALCE S.A. (2026).

Como se observa en la Tabla 1, las condiciones identificadas en el área de granola se relacionan principalmente con el control del proceso, la organización del área y el cumplimiento de criterios básicos de inocuidad. Por esta razón, la estandarización en granola no debe entenderse solo como la elaboración de un paso a paso, sino como la definición de criterios operativos que permitan controlar variables, organizar los recursos de trabajo y reducir la dependencia del criterio operativo. En este sentido, el aporte del proyecto consistió en identificar estas condiciones y convertirlas en insumos para la construcción de instructivos operativos. Dichos instructivos

permiten integrar criterios de productividad, inocuidad y organización del puesto de trabajo, facilitando que las actividades de horneo, jarabe y mezcla húmeda se ejecuten bajo condiciones más controladas y repetibles. Así, el área avanza hacia una mayor madurez operativa, al transformar prácticas empíricas en procedimientos documentados.

5.1.2 Construcción de instructivos operativos con apoyo de I+D.

A partir del diagnóstico y la validación de condiciones operativas, se apoyó al área de Investigación y Desarrollo en la construcción de instructivos para el proceso de granola. Estos documentos permitieron organizar la información del proceso, documentar la secuencia de actividades y establecer criterios de operación más claros para el personal involucrado.

La construcción de instructivos no se limitó a describir las actividades que ya se realizaban en planta. Su aporte principal fue consolidar una guía operativa que integrara criterios de productividad, inocuidad, orden y control del proceso.

Tabla 2. Componentes incorporados en los instructivos del área de granola

Componente del instructivo	Propósito dentro del proceso	Aporte a la estandarización
Secuencia de actividades	Definir el orden correcto de ejecución	Reduce variación entre operarios
Condiciones de operación	Establecer parámetros y criterios del proceso	Permite mayor control operativo
Lineamientos de inocuidad	Asegurar manipulación adecuada del producto	Fortalece cumplimiento de BPM

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en PRONALCE S.A. (2026).

La Tabla 2 muestra que los instructivos como se convierten en una herramienta de control operativo, debido a que permiten documentar la forma esperada de realizar el proceso, establecer criterios de ejecución y reducir la dependencia de la experiencia individual. Esto es especialmente importante en granola, donde varias actividades se encontraban soportadas en conocimiento

empírico. Como resultado, el área cuenta con una base documental más sólida para mantener la continuidad del proceso, facilitar la inducción del personal y fortalecer el cumplimiento de condiciones de inocuidad.

5.2 Resultados en el área de empaque.

En este caso, los resultados se orientaron al análisis de métodos y tiempos, identificación de restricciones, levantamiento de información operativa, aplicación de herramientas de mejora continua y construcción de instructivos. Se identificaron variaciones que afectaban directamente la eficiencia del flujo productivo. Estas variaciones estaban asociadas tanto a la ejecución del método como a la organización del puesto, la distribución del recurso humano y las condiciones de operación de las máquinas.

5.2.1 Caracterización operativa y estructuración de información.

El primer resultado en el área de empaque fue la caracterización de las líneas de empaque analizadas y la estructuración de información relacionada con máquinas, referencias, velocidades, tiempos, recurso humano y condiciones observadas. Esta información permitió consolidar datos que se encontraban que dependían de la experiencia de operarios y controladores.

El análisis incluyó principalmente las máquinas de harinas, gran formato y hojuelas. En ellas se evaluó el flujo desde el abastecimiento de producto en tolva hasta la salida del producto empacado hacia el detector de metales. Esta caracterización permitió reconocer que el proceso cambia según la referencia empacar dado que varía el gramaje, el material de empaque y el recurso humano requerido.

Tabla 3. Variables empleadas para el análisis operativo en el área de empaque

Variable	Descripción	Uso dentro del análisis
Máquina	Línea donde se realiza el empaque	Comparar desempeño entre equipos
Referencia	Producto y gramaje empacado	Identificar variaciones por presentación

Velocidad estándar	Rendimiento esperado del proceso	Comparar contra la condición real
Velocidad real	Rendimiento observado	Medir desviaciones operativas
Recurso humano	Número de operarios y controlador	Evaluar distribución de carga
Tiempo de actividad	Duración de tareas medidas	Identificar restricciones
Tipo de empaque	Caja, arroba, o paca	Explicar diferencias en método
Desperdicio	Material o producto perdido	Relacionar fallas con pérdidas

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en PRONALCE S.A. (2026).

La Tabla 3 muestra las variables que permiten analizar el proceso. El valor de esta información no está únicamente en el registro, sino en la posibilidad de relacionar variables. Por ejemplo, una variación de velocidad puede explicarse por el tipo de producto, el número de operarios, la complejidad del empaque o la presencia de reprocesos. De esta manera, la base de información se convierte en un soporte para el análisis de métodos y tiempos, y no solamente en una recopilación de datos.

5.2.2 Análisis de métodos y tiempos

El estudio de métodos y tiempos en el área de empaque permitió comparar el ritmo de trabajo de las actividades manuales con la velocidad de operación de las máquinas. Para este análisis se tomó como referencia la máquina de hojuelas, evaluando la granola de 350 g empacada en cajas de 24 unidades. En la referencia granola 350 g, el tiempo de máquina por caja se calculó a partir de la relación entre las 24 unidades por caja y la velocidad de descarga de la máquina en unidades por minuto. Este tiempo representa el máximo disponible para que las actividades manuales asociadas a una caja se realicen sin generar acumulación de producto sobre la mesa de trabajo.

De igual forma, actividades como la descarga del Big Bag fueron convertidas a minutos por caja, relacionando la duración total del Big Bag, su peso, el peso unitario del producto y la cantidad

de unidades por caja. Así, todas las actividades pudieron compararse bajo una misma unidad de análisis.

Tabla 4. Comparación de tiempos promedio en la referencia granola 350 g. Máquina de hojuelas

Actividad evaluada	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Interpretación
Descarga Big Bag	0,484 min/caja	0,110	23 %	Inferior al ritmo de máquina, pero con variabilidad
Empacado de caja	0,589 min/caja	0,041	7 %	Actividad crítica, ligeramente superior al ritmo de máquina
Sellado y detector	0,237 min/caja	0,048	20 %	No restrictiva en promedio
Rendimiento bobina	0,236 kg/min	0,033	14 %	Apoyo para validar consumo de bobina
Tiempo máquina	0,584 min/caja	0,019	3 %	Ritmo de referencia del proceso

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en PRONALCE S.A. (2026).

Como se observa en la Tabla 4, el tiempo de máquina para completar una caja fue de 0,584 min/caja, mientras que el empaçado presentó un promedio de 0,589 min/caja. Aunque la diferencia es pequeña, indica que esta actividad manual opera prácticamente al límite del ritmo de la máquina y puede convertirse en una restricción si se mantiene durante el turno. Por el contrario, el sellado y traslado al detector de metales presentó un promedio de 0,237 min/caja, por lo que no representa una restricción principal en esta referencia. La descarga del Big Bag también se ubicó por debajo del tiempo de máquina, aunque su coeficiente de variación del 23 % muestra que puede presentar variabilidad según las condiciones de abastecimiento.

En este análisis, una actividad se consideró restrictiva cuando su tiempo era mayor que el tiempo de máquina por caja. Esto indica que el operario o la actividad manual no logra sostener el ritmo del equipo, generando acumulación de producto, pausas o pérdida de continuidad en el flujo.

Por tanto, el estudio permitió identificar actividades críticas para la estandarización, especialmente aquellas relacionadas con el empaçado.

5.2.3 Identificación de restricciones y cuellos de botella

A partir del estudio de métodos y tiempos, se identificaron las actividades que podían comportarse como restricciones dentro de la línea de empaque. Para ello, se comparó el tiempo requerido por las actividades manuales con el tiempo de referencia de la máquina, calculado según las unidades por minuto y la cantidad de unidades por caja o presentación. Bajo este criterio, una actividad se consideró restrictiva cuando su tiempo de ejecución era igual o superior al ritmo de salida de la máquina, ya que podía generar acumulación de producto, pausas operativas o pérdida de continuidad en el proceso.

En la máquina de hojuelas, por ejemplo, el análisis de la referencia granola 350 g permitió evidenciar que el empaçado de caja se encontraba superando del ritmo de máquina, con un tiempo promedio de 0,589 min/caja frente a un tiempo de máquina de 0,584 min/caja. Esto indica que, aunque la diferencia es mínima, la actividad manual puede convertirse en cuello de botella durante el turno si no se mantiene una correcta organización del puesto, disponibilidad de materiales y coordinación entre operarios.

De manera complementaria, se identificaron restricciones asociadas a otras líneas de empaque cada una con referencias específicas en su empaque y generando actividades restrictivas diferentes.

Tabla 5. Restricciones identificadas en las líneas de empaque a partir del análisis de métodos y tiempos

Línea o máquina	Actividad o restricción identificada	Causa asociada	Efecto sobre el flujo	Enfoque de intervención
Hojuelas	Empacado de caja	Tiempo manual similar o superior al ritmo de máquina	Acumulación de producto y operación al límite	Estandarizar método, ubicación de materiales y roles
Gran formato	Sellado y reproceso	Fugas, partículas en zona de sellado o sellado incompleto	Descorche, desperdicio y pausas	Definir criterios de aceptación y método estándar
Harinas	Fugas en empaque	Producto en zona de sellado	Reproceso y pérdida de tiempo efectivo	Limpieza preventiva y control visual

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en PRONALCE S.A. (2026).

Como se evidencia en la Tabla 5, las restricciones identificadas no corresponden únicamente a fallas de máquina, sino a la interacción entre el método de trabajo, el recurso humano y las condiciones del producto. Esto permite orientar las acciones de mejora desde producción, especialmente mediante la estandarización de actividades, la definición de roles, la organización del puesto de trabajo y la construcción de instructivos operativos. En este sentido, el análisis de métodos y tiempos permitió identificar que algunas actividades manuales operan muy cerca del ritmo de máquina, por lo que cualquier variación en el método, falta de material disponible o descoordinación entre operarios puede convertirlas en cuellos de botella.

5.2.4 Propuestas de estandarización en líneas críticas de empaque.

A partir de las restricciones identificadas mediante el estudio de métodos y tiempos, se desarrollaron propuestas de estandarización enfocadas en dos líneas que arrojan como críticas del área de empaque: la máquina de gran formato, específicamente para la referencia Hojuela 2.500 gramos, y la máquina de harinas de manera general para las diferentes referencias empacadas en esta máquina. Se logró la identificación de causas mediante diagramas de Ishikawa y la definición de acciones orientadas a reducir reprocesos, tiempos improductivos y variabilidad en la ejecución del método de trabajo.

Figura 1. Diagrama de causa y efecto en empaque hojuela 2500 gramos.

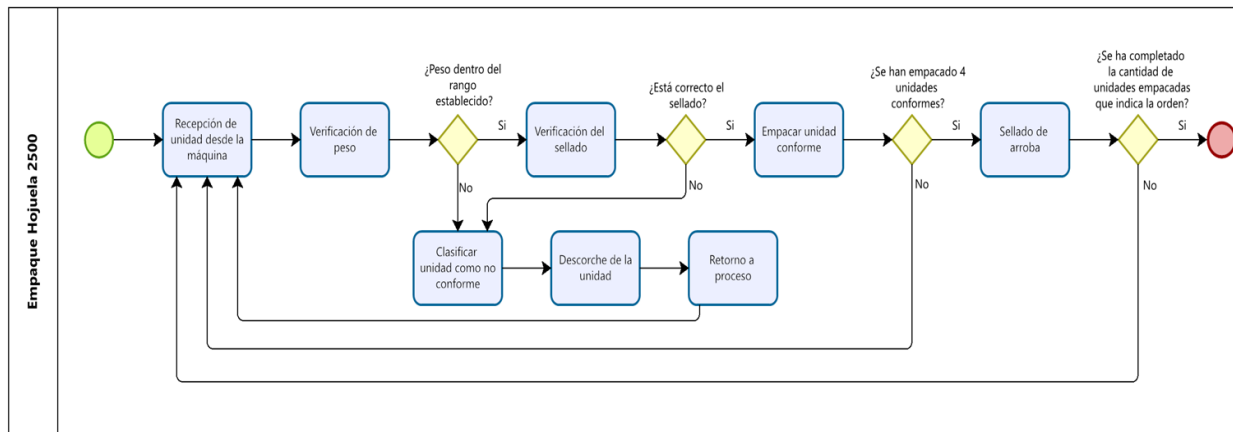


Fuente: elaboración propia con apoyo de Canva

El diagrama de Ishikawa correspondiente de la figura 1 se enfocó en las ramas de mano de obra y método, debido a que corresponden a los factores con mayor intervención desde el área de Producción. Si bien el problema también puede estar influenciado por otras categorías o casusas del diagrama, como máquina, material, medición y medio ambiente, el análisis se concentró en causas asociadas a criterios operativos en planta, falta de estandarización y reorganización del puesto de trabajo, por ser aspectos abordables mediante instructivos, definición de roles y mejora del método operativo.

se generan restricciones, especialmente en actividades relacionadas con verificación de peso, sellado, descorche, organización del puesto de trabajo y coordinación entre operarios.

Figura 3. Diagrama de flujo empaque hojuela 2500 gramos.



Fuente: elaboración propia con apoyo de bizagi Modeler

5.2.4.1 Máquina gran formato referencia Hojuela 2.500 gramos.

Para la referencia Hojuela 2.500 gramos, uno de los principales aportes fue la revisión del criterio de aceptación de peso. A partir del análisis de 339 datos, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 6. Análisis de peso para la referencia Hojuela 2.500 gramos

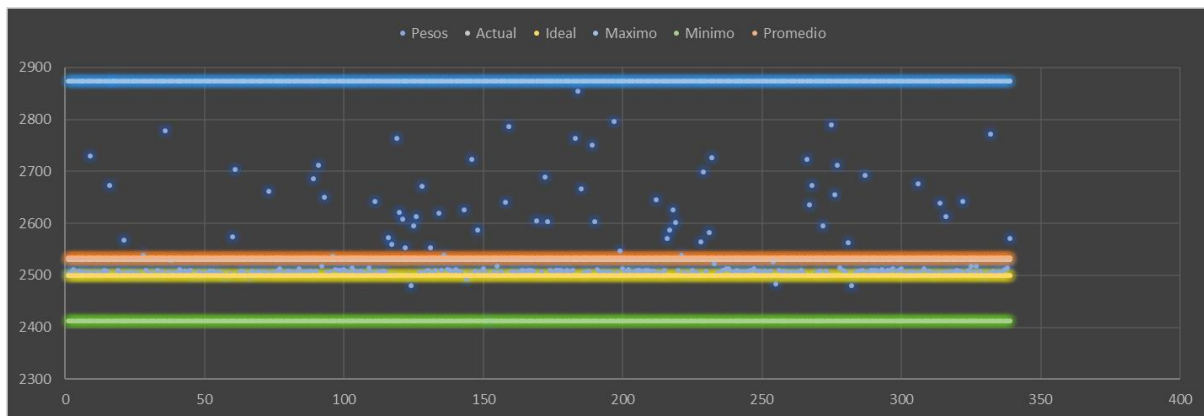
Indicador	Resultado
Número de datos analizados	339
Peso mínimo	2413 g
Peso máximo o	2873 g
Peso promedio	2534,47 g
Desviación estándar	67,67 g
Coeficiente de variación	2,67 %
Criterio actual de referencia	2530 g

Fuente: elaboración propia con datos tomados en PRONALCE S.A. (2026).

Como se observa en la tabla 6, el comportamiento del peso evidencia una tendencia cercana al rango actual de operación, pero con variaciones que generan reprocesos como el descorche de

unidades cuando el criterio de aceptación no se encuentra claramente establecido. Lo que lleva a que cada unidad rechazada implica un descorche, reproceso, uso adicional de material de empaque, pausas en el flujo y pérdida de tiempo efectivo de producción. Por esta razón, la propuesta de ajuste del criterio de aceptación no busca disminuir el control del producto, sino establecer un rango operativo más claro y coherente con el comportamiento real observado de la máquina para el empaque de esta referencia en específico. Esta medida permite que el controlador y los operarios tomen decisiones más uniformes, reduciendo la variabilidad en la clasificación de unidades conformes y no conformes.

Figura 4. Comportamiento del peso en la referencia Hojuela 2.500 gramos.



Fuente: elaboración propia, tomado de anexo seguimiento pesos.

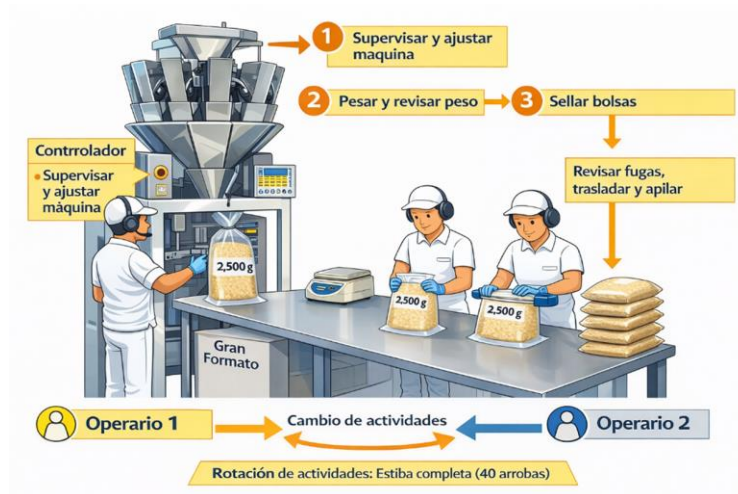
El diagrama de dispersión muestra que la mayoría de los datos se concentran cerca del peso ideal de 2.500 gramos y del valor actual de referencia. Aunque, se observan datos aislados con sobrepeso significativo. Este comportamiento muestra la variabilidad en el peso, lo que puede generar sobreconsumo de producto, reprocesos y desperdicio de material de empaque. Por ello, el análisis respalda la necesidad de definir criterios claros de aceptación y fortalecer el control operativo del peso durante el proceso de empaque. Se planteó ajustar el rango operativo de aceptación, pasando de un criterio actual de 2530 gramos hacia un rango propuesto de 2534 gramos, con el propósito de reducir reprocesos asociados al descorche y disminuir el desperdicio de material de empaque, esto gracias al promedio de los datos que se obtuvieron de la muestra.

Pasando un rango de aceptación que va de 2500 gramos hasta 2530 gramos a otro de 2500 gramos a 2534 gramos.

Como fortalecimiento del análisis de comportamiento de peso en la referencia Hojuela 2.500 gramos, se realizó una comparación entre el peso ideal del producto, el peso actualmente utilizado como referencia y el peso promedio obtenido en las mediciones. El peso ideal corresponde a 2.500 gramos, mientras que el valor actual de utilizado es de 2.530 gramos. Al comparar estos dos valores, se obtiene una variación de peso del 1,19 %. Posteriormente, se comparó el peso ideal de 2.500 gramos con el peso promedio tomado de la medición 2.534,46 gramos, arrojando una variación del 1,36 %. Adicionalmente, se relacionó esta variación de peso con el desperdicio de material de empaque tomado de una muestra en el que se produjeron 2.296 unidades. El cual el porcentaje de material de empaque desperdiciado fue de 8,86 %. Al multiplicar la variación de peso actual por el porcentaje de material de empaque utilizado y dividirlo entre la variación de peso promedio, nos arroja un desperdicio estimado de 7,73 %, obteniéndose una diferencia de 1,13 % en el uso de material de empaque. Este resultado permite demostrar que la variabilidad del peso no solo impacta el consumo de producto, sino también la utilización de material de empaque y la eficiencia en el proceso.

En cuanto a la mano de obra, la propuesta también incluyó la evaluación de la rotación de operarios durante el llenado completo de estibas. Para la referencia 2.500 gramos, con velocidad de 8 unidades por minuto y 160 unidades por estiba, el tiempo teórico por estiba es de 20 minutos. En la comparación realizada, la rotación de operarios presentó un promedio de 20,25 minutos por estiba, mientras que la operación sin rotación alcanzó un promedio de 21,38 minutos, con mayor variabilidad. Es decir, hacer rotaciones de actividades entre el empacador 1 y el empacador 2 evitando así fatigas y promover el cambio de actividades y movimiento durante el turno de trabajo.

Figura 5. Ubicación en puesto de trabajo para Hojuela 2.500 gramos.



Fuente: elaboración propia con apoyo de ChatGPT

La Figura 5 representa la distribución de roles entre controlador y operarios, la secuencia básica de pesaje, sellado, revisión y apilado, y la rotación de actividades por estiba completa, con el fin de equilibrar cargas de trabajo y reducir la variabilidad operativa.

Tabla 7. Comparación del tiempo de llenado de estibas con y sin rotación de operarios

Condición evaluada	Tiempo promedio por estiba	Variación aproximada	Interpretación
Con rotación	20,25 min	0,15	Cercano al tiempo teórico y menos variabilidad
Sin rotación	21,38 min	0,65	Mayor tiempo promedio y mayor variabilidad
Tiempo teórico	20,00 min	—	Referencia esperada del proceso

Fuente: elaboración propia con datos tomados en PRONALCE S.A. (2026).

La Tabla 7 permite evidenciar que la rotación de operarios contribuye a mantener el desempeño cercano al tiempo teórico. Aunque la diferencia promedio pueda parecer mínima, su

impacto se vuelve importante durante un turno completo, ya que disminuye la fatiga acumulada, mejora la continuidad del flujo y reduce la probabilidad de pausas por reorganización del pesto de trabajo. Este resultado refuerza la importancia de estandarizar no solo el método, sino también la distribución del recurso humano.

5.2.4.2 Máquina de harinas

En la máquina de harinas el análisis se abordó más general, debido a que esta línea de empaque se procesa diferentes referencias de harinas, estas van desde harina de avena 100% a mezcla de harinas, las cuales contiene avena, cebada, trigo, azúcar, saborizante y en algunos casos micronutrientes adicionales a los que por sí ya tienen los cereales. Estas harinas van de diferentes presentaciones, desde 35 gramos hasta 350 gramos. Estas referencias pueden empacarse en arrobas, pacas o cajas, con variaciones en sus cantidades de unidades por caja o arrobas, dado que para pacas si está establecido como 24 unidades. De igual forma los requerimientos de recurso humano son dependiendo la referencia que se requiera empacar, se logró evidenciar tres variaciones en el personal y su distribución, como lo son Fiocco, exportaciones, llenadora y referencias comunes.

La figura 6 resume las principales distribuciones en el puesto de trabajo identificadas en la máquina de harinas, diferenciando el empaque común, exportación, llenadora y referencia Fiocco. Aclarando que llenadora y exportación requieren el mismo recurso humano. En general se evidencian variaciones en el número de operarios, asignación de roles y actividades como pesaje, sellado, armado, etiquetado y estibado de cajas, lo que fortalece la necesidad de estandarizar funciones según la referencia empacada.

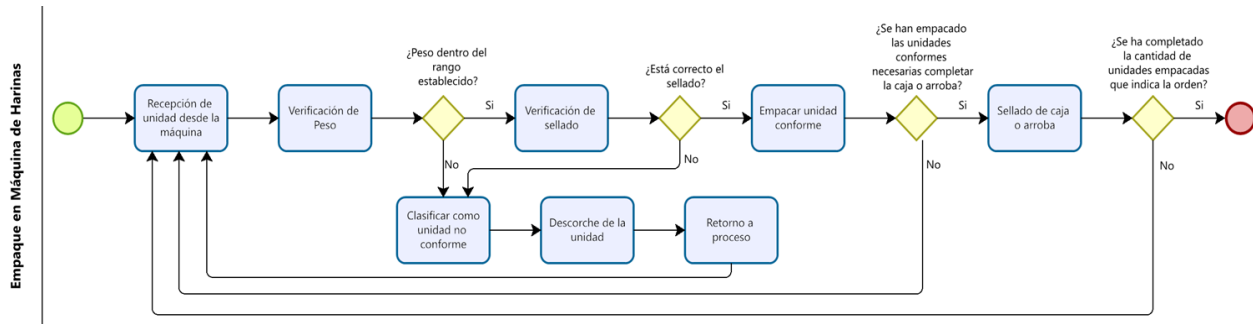
Figura 6. Ubicación en puesto de trabajo para máquina de harinas



Fuente: elaboración propia con apoyo de ChatGPT

La secuencia operativa de la línea de harinas parte desde la salida de la unidad de la máquina, seguida por la verificación inmediata de peso, inspección del sellado, clasificación como producto conforme o no conforme y posterior empaque o descorche según el resultado. Esta secuencia de actividades evidencia que el proceso depende de una respuesta rápida por parte del controlador y los operarios, especialmente ante desviaciones de peso, fugas o sellados defectuosos. Para dicha secuencia de actividades se analizó por medio de un diagrama de flujo, con el fin de llegar a comprender de manera holística.

Figura 7. Diagrama de flujo empaque máquina de harinas.



Fuente: elaboración propia con apoyo de Bizagi Modeler

El diagrama de flujo representa la secuencia operativa desde la recepción de la unidad hasta el sellado final de la caja, paca o arroba, incluyendo los puntos de control de peso, verificación de sellado y clasificación del producto.

5.2.5 Construcción de instructivos operativos en empaque

Como resultado del análisis de métodos, tiempos, restricciones y condiciones de operación, se llevó a la construcción de instructivos operativos para las líneas priorizadas del área de empaque. Estos instructivos fueron orientados principalmente a la máquina de harinas, máquina de gran formato y máquina gran formato en empaque de hojuela 2500 gramos, debido a que en estas presentaron oportunidades relevantes de estandarización.

Los instructivos permitieron consolidar en un documento la secuencia de actividades, los roles de operarios y controlador, los puntos de control, la ubicación de elementos de trabajo y las buenas prácticas observadas durante la operación. Facilitando así la dependencia del conocimiento individual y su fácil divulgación.

Tabla 8. Componentes de los instructivos operativos del área de empaque

Componente del instructivo	Propósito	Aporte al proceso
Descripción del proceso	Explicar el flujo general de la operación	Facilita comprensión del método
Secuencia de actividades	Definir el orden de ejecución	Reduce variabilidad
Roles por operario/controlador	Establecer responsabilidades	Mejora coordinación
Puntos de control	Verificar peso, sellado, fugas o presentación	Previene reprocesos
Organización del puesto	Ubicar materiales y herramientas	Reduce tiempos improductivos
Buenas prácticas	Documentar acciones eficientes observadas	Transfiere conocimiento
Criterios de aceptación/rechazo	Orientar decisiones operativas	Disminuye decisiones reactivas

Fuente: elaboración propia con datos tomados en PRONALCE S.A. (2026).

La Tabla 8 permite mostrar que los instructivos son el resultado grueso del proyecto en empaque. Son productos derivados del diagnóstico, los tiempos, la observación de métodos y el análisis de restricciones, así también como el uso de herramientas para identificación de causas como el diagrama de Ishikawa y las herramientas de control y mejoramiento continuo con lo son el ciclo PHVA y el checklist adaptado a 5S.

5.2.6 Aplicación de mejora continua: PHVA y 5S

Para complementar las propuestas de estandarización presentadas en el área de empaque, se desarrollaron herramientas de mejora continua orientadas al seguimiento y control de los procesos y las intervenciones planteadas, ayudando a la evaluación constante de los procesos operativos. En este sentido, el ciclo PHVA y la herramienta 5S no se abordaron como la

metodología principal del proyecto, sino como instrumentos de apoyo para dar continuidad, medición y control a las mejoras propuestas.

El ciclo PHVA se estructuró como una herramienta de seguimiento a partir de indicadores operativos asociados al proceso de empaque. Su propósito fue organizar los hallazgos identificados bajo su lógica cíclica de planear, hacer, verificar y actuar. Permitiendo que las oportunidades de mejora no quedaran únicamente como observaciones, sino como acciones con responsables, criterios de evaluación y posibilidades de ajuste. En la etapa de planeación se consolidaron problemáticas como reprocesos, tiempos improductivos, variabilidad en el método de trabajo y falta de criterios estandarizados. Posteriormente, en la etapa de ejecución se plantearon acciones relacionadas con la definición de roles, la construcción de instructivos, el establecimiento de criterios de aceptación y la organización del puesto de trabajo. La etapa de verificación se orientó al seguimiento de indicadores como cumplimiento del método, reducción de reprocesos, disminución de pausas operativas y estabilidad en los tiempos de ejecución. Finalmente, la etapa de actuación permitió dejar planteada la necesidad de ajustar, socializar y actualizar los instructivos como documentos vivos del proceso.

Por su parte, la herramienta 5S se desarrolló como un mecanismo de evaluación continua de las condiciones del puesto de trabajo. Su aplicación se apoyó en listas de chequeo que permiten revisar de manera periódica aspectos relacionados con clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina operativa. Esta herramienta resulta útil en las líneas de empaque, donde la disponibilidad y ubicación adecuada de materiales, herramientas, bobinas, cajas, arrobas y elementos de inspección incide directamente en la continuidad del flujo productivo. De esta manera, 5S no se limita a una actividad de orden y limpieza, sino que funciona como un instrumento para reducir tiempos de búsqueda, evitar acumulaciones innecesarias, prevenir errores operativos y mantener condiciones de trabajo más controladas.

Tabla 9. Aplicación de herramientas de mejora continua en el área de empaque

Herramienta	Forma de aplicación	Elemento de seguimiento	Aporte al proceso
PHVA	Organización de hallazgos y acciones de mejora	Indicadores operativos, responsables y seguimiento	Permite evaluar, ajustar y sostener las mejoras
5S	Evaluación periódica del puesto de trabajo	Lista de chequeo de orden, limpieza y disciplina	Mejora la organización y reduce tiempos improductivos
Instructivos operativos	Estandarización del método de trabajo	Verificación de cumplimiento en planta	Reduce variabilidad y dependencia del conocimiento empírico
Indicadores de proceso	Control de reprocesos, tiempos y cumplimiento del método	Seguimiento periódico	Facilita decisiones basadas en evidencia

Fuente: elaboración propia con datos tomados en PRONALCE S.A. (2026).

Como se observa en la Tabla 9, las herramientas de mejora continua se acogen como mecanismos de control y seguimiento del proceso. El PHVA permite estructurar las acciones de mejora en función de indicadores, mientras que 5S facilita la evaluación periódica de las condiciones físicas y operativas del puesto de trabajo. En conjunto, estas herramientas fortalecen la sostenibilidad de la estandarización, ya que permiten verificar si los métodos definidos en los instructivos se mantienen en la operación diaria.

6. Conclusiones y recomendaciones

El proyecto logró iniciar la estandarización de los procesos productivos en PRONALCE S.A específicamente en las áreas de empaque y granola, esto mediante observaciones en planta, análisis de métodos y tiempos, identificación de restricciones en las operaciones o cuellos de botella, elaboración de instructivos y desarrollar herramientas de mejora continua como PHVA y 5S aplicables al proceso. Por medio de este trabajo se permite cambiar de información basada en experiencia empírica a información documentada y orientada a reducir la variabilidad de las actividades, fortaleciendo el control de los procesos.

En primer lugar, por medio del estudio de métodos y tiempos en el área de empaque se cumplió con el objetivo de identificar las restricciones operativas, variaciones en la ejecución de actividades y su impacto en la eficiencia del proceso productivo. Al enfrentar el tiempo de las operaciones manuales de empaque frente al ritmo de máquina se evidenció en ocasiones la eficiencia del proceso de empaque no depende únicamente de la velocidad de máquina, sino también del método de trabajo y la coordinación del recurso humano como equipo de trabajo.

En segundo lugar, la construcción de instructivos operativos en el área de empaque contribuye a reducir de la dependencia del conocimiento y experiencia de algunos colaboradores, promoviendo la transmisión de información dado que estos integran secuencias de actividades, criterios de operación y roles del personal. Cumpliendo de esta manera con el objetivo de establecer una base documental que permita orientar la ejecución de las actividades bajo condiciones más controladas y facilitar futuros procesos de capacitación, seguimiento y mejora continua.

En tercer lugar, para el área de granola con el apoyo de I+D en la elaboración de instructivos se documentó y estructuró el proceso con criterios de productividad, inocuidad y calidad. Logrando el objetivo de apoyar a I+D en construcción de herramientas documentadas para el área de granola.

Como trabajo futuro, se recomienda con la validación de los instructivos, de modo que estos se mantengan actualizados en referencias, máquinas, equipos, materiales, criterios de calidad, normas o condiciones del proceso. Además, se sugiere ampliar el trabajo implementado de métodos y tiempos a otras máquinas del empaque u otros procesos de otras áreas.

Finalmente, se recomienda dar seguimiento a las herramientas de mejora continua PHVA y 5S elaboradas, lo que permitirá evaluar los cumplimientos del método en el proceso, controlar y reducir tiempos y desperdicios, así como también mantener y promover orden y estandarización.

Referencias

- Antony, J., Hughes, M., & Kaye, M. (1999). Reducing manufacturing process variability using experimental design technique: A case study. *Integrated Manufacturing Systems*, 10(3), 162-170. <https://doi.org/10.1108/09576069910264420>
- Barnes, R. M. (1991). *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work*. John Wiley & Sons.
- Chen, Y., & Li, H. (2019). Research on Engineering Quality Management Based on PDCA Cycle. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 490, 062033. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/490/6/062033>
- *Food safety with IFCO reusable packaging*. (s. f.). Recuperado 9 de mayo de 2026, de <https://www.ifco.com/food-supply-chain-innovation/food-safety/>
- *Fundamentals-of-modern-manufacturing-materials-processes-and-systems.pdf*. (s. f.). Recuperado 9 de abril de 2026, de <https://tusharaneyrao.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/12/fundamentals-of-modern-manufacturing-materials-processes-and-systems.pdf>
- He, Y., Huang, H., Li, D., Shi, C., & Wu, S. J. (2018). Quality and Operations Management in Food Supply Chains: A Literature Review. *Journal of Food Quality*, 2018(1), 7279491. <https://doi.org/10.1155/2018/7279491>
- Ishikawa, K. (2003). *¿Qué es el control total de calidad?* Editorial Norma.
- Juran, J. M. (Ed.). (1999). *Juran's quality handbook* (5. ed). McGraw-Hill.
- Michael Hammer_ James Champy-Reengineering the corporation _ a manifesto for business revolution-HarperBusiness (2001).pdf. (s. f.).
- Mortimore, S., & Wallace, C. (2013). *HACCP: A Practical Approach*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5028-3>
- Patel, V. C., & Thakkar, D. H. (2014). *Review on Implementation of 5S in Various Organization*. 4(3).
- *URL_20_IND01_BPM.pdf*. (s. f.).
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2008). *Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*.

- OpenAI. (2026). ChatGPT. <https://chatgpt.com/>
- Canva. (2026). Canva. <https://www.canva.com/>
- Bizagi. (2026). Bizagi Modeler. <https://www.bizagi.com/en/platform/modeler>

Anexos

1. Instructivo elaboración mezcla húmeda granola.

Archivo del proceso de elaboración de mezcla húmeda en el área de granola. Este instructivo contiene la secuencia operativa, condiciones de trabajo y criterios asociados a la correcta ejecución del proceso.

Enlace:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1EGTHuQXlG1lJ90mIan5ehbKRVzpQotLB/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=true>

2. Instructivo elaboración jarabe granola.

Archivo de preparación de jarabe en el área de granola, incluyendo actividades, condiciones operativas y lineamientos necesarios para fortalecer la inocuidad y repetibilidad del proceso.

Enlace:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1uOu2ICo5gpT55hiP7fwHa9hmqNAImkZ6/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=true>

3. Base de datos tiempos.

Archivo de la información recolectada durante la práctica, datos asociados a máquinas, referencias, tiempos, velocidades, recurso humano, desperdicios y condiciones observadas en las líneas de empaque.

Enlace: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ie5yP7hKlcW4-](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ie5yP7hKlcW4-xYLTu6zRrvMMqUBBvP9/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=true)

[xYLTu6zRrvMMqUBBvP9/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ie5yP7hKlcW4-xYLTu6zRrvMMqUBBvP9/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=true)

4. Instructivo empaque Hojuela 2.500 g.

Archivo de estandarización para el proceso de empaque de la referencia Hojuela 2.500 g en máquina de gran formato. Incluye secuencia operativa, roles, puntos de control, criterios de aceptación y recomendaciones para mejorar la repetibilidad del proceso.

Enlace:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1EGTHuQXlG1lJ90mIan5ehbKRVzpQotLB/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=true>

5. Instructivo empaque máquina de harinas.

Documento desarrollado para estandarizar el proceso de empaque en la máquina de harinas, considerando diferentes referencias, presentaciones, roles operativos, verificación de peso, inspección de sellado y criterios de producto conforme o no conforme.

Enlace: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1S3GwJEVV1-](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1S3GwJEVV1-6Qif0yoyQVYEEYBaZWskkJH/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=true)

[6Qif0yoyQVYEEYBaZWskkJH/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1S3GwJEVV1-6Qif0yoyQVYEEYBaZWskkJH/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=true)

6. Seguimiento de pesos.

Archivo del comportamiento del peso en referencias de empaque, especialmente en la Hojuela 2.500 g. Este documento permitió identificar variaciones, calcular indicadores descriptivos y fundamentar propuestas de ajuste en los criterios de aceptación.

Enlace: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/19AaNqrNFGhEiKUT-Bm7ppQEIZ8-J-Cca/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=true>

7. Ciclo PHVA.

Archivo de herramienta de mejora continua para organizar hallazgos, acciones, responsables, indicadores y criterios de seguimiento en el área de empaque, bajo la lógica de planear, hacer, verificar y actuar.

Enlace:

https://drive.google.com/file/d/1yZS4eKv28RNC9gC2xKa0WAseu_j8CXky/view?usp=sharing

8. 5S.

Archivo de evaluación continua para revisar condiciones de orden, limpieza, clasificación, estandarización y sostenimiento en los puestos de trabajo del área de empaque.

Enlace:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1WBQ8qqcP5bYMMpuc8LMCsnfbwyKrYxZ_/edit?usp=sharing&ouid=113340971968202080885&rtpof=true&sd=tru

Estandarización operacional y mejora continua en las líneas de Empaque y Granola de PRONALCE S.A.: un estudio de métodos y tiempos e implementación de instructivos operativos como base para la estandarización.
