

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y DE ADMINISTRACIÓN

TRABAJO FINAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MAGISTER EN GERENCIA Y ADMINISTRACIÓN

Título

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MASA NO FERMENTADA:
UN ESTUDIO DE CASO PARA ANALIZAR LOS RESULTADOS OPERATIVOS Y EL
TRATAMIENTO DE RESTRICCIONES EN UNA INDUSTRIA ALIMENTARIA
EN CANELONES, URUGUAY.

Por

Valentina Faggiani

Javier Gonzalez

TUTOR: Ing. Juan Trujillo

Montevideo

URUGUAY

2025

Página de Aprobación

El tribunal docente integrado por los abajo firmantes aprueba el Trabajo Final:

Título

**Evaluación del proceso de producción de masa no fermentada: Un estudio de caso para
analizar los resultados operativos y el tratamiento de restricciones en una industria
alimentaria en Canelones, Uruguay.**

Autores:

Valentina Faggiani

Javier Gonzalez

Tutor/Coordinador:

Ing. Juan Andrés Trujillo

Posgrado

MAESTRÍA EN GERENCIA Y ADMINISTRACIÓN

Puntaje

.....

Tribunal

Profesor.....(nombre y firma).

Profesor.....(nombre y firma).

Profesor.....(nombre y firma).

FECHA.....

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de la República, por brindarnos la infraestructura, los recursos y el acompañamiento académico que hicieron posible el desarrollo de este trabajo final.

A la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, por proporcionarnos un entorno de formación de excelencia, que permitió adquirir los conocimientos y herramientas necesarios para abordar esta investigación.

A nuestro tutor, Ing. Juan Trujillo, por su guía constante, su dedicación y sus valiosas recomendaciones durante todas las etapas del proyecto, contribuyendo significativamente a la calidad del trabajo realizado.

A la empresa Bocatti, por su colaboración y apertura para permitir el acceso a la planta de producción, compartir información clave y facilitar la observación de los procesos productivos, sin lo cual este estudio de caso no habría sido posible.

A nuestros compañeros, docentes y amigos, por el intercambio de ideas, el apoyo y la motivación brindada a lo largo de la maestría.

Finalmente, a nuestras familias, por su paciencia, apoyo incondicional y confianza, que han sido el pilar fundamental para la culminación de este proceso académico.

RESUMEN

El presente trabajo analiza el proceso de producción de masa no fermentada en una planta industrial de Canelones, Uruguay, con el objetivo de identificar las restricciones que limitan el rendimiento del sistema y proponer acciones de mejora para aumentar la eficiencia y la rentabilidad. La investigación, de enfoque cuantitativo y aplicado, se desarrolló mediante el método de estudio de caso, utilizando observación directa, entrevistas, análisis documental y registro de tiempos de ciclo. El estudio determinó que la cinta de descanso constituye el principal cuello de botella interno, aunque su tiempo puede reducirse sin afectar la calidad, lo que mejora el flujo productivo. Al aplicar esta reducción, la restricción se traslada a la etapa de laminado, evidenciando la necesidad de gestionar el sistema de forma dinámica.

Más allá de las limitaciones técnicas, el análisis permitió comprender que la restricción global del sistema radica en el mercado, donde la demanda actual no alcanza para absorber la capacidad instalada. Este hallazgo redefine el foco de mejora: el principal desafío no es solo optimizar procesos, sino equilibrar la capacidad productiva con la generación de demanda, integrando la gestión operativa con la estrategia comercial.

La aplicación conjunta de la Teoría de Restricciones (TOC) y los principios de Lean Manufacturing se presenta como una herramienta eficaz para sincronizar recursos, reducir tiempos improductivos y mejorar la competitividad de la planta.

Palabras clave: Producción alimentaria; Masa no fermentada; Cuello de botella; Eficiencia Operativa; Teoría de Restricciones; Restricción del mercado.

ÍNDICE

1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	7
1.1 ANTECEDENTES.....	7
1.2 RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.3 MOTIVACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL TEMA.....	11
2. <u>OBJETIVOS</u>	12
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
2.2 OBJETIVO.....	12
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2.4 HIPÓTESIS	13
3. <u>MARCO TEÓRICO</u>	14
3.1 EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MASA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	14
3.2 TEORÍA DEL CUELLO DE BOTELLA.....	15
3.3 FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y EL CUELLO DE BOTELLA	16
3.4 IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE CUELLOS DE BOTELLA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	18
3.5 CAUSAS COMUNES DE CUELLOS DE BOTELLA EN PROCESOS ALIMENTARIOS.....	19
3.6 ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN Y MEJORA DE LOS CUELLOS DE BOTELLA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	20
3.7 CASOS DE APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	21

3.8 BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES.....	23
3.9 PRINCIPIOS DEL LEAN MANUFACTURING Y SU RELACIÓN CON LA TEORÍA DE RESTRICCIONES.....	24
4. <u>METODOLOGÍA</u>	25
4.1 ENFOQUE DEL ESTUDIO DE CASO.....	23
4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	25
4.3 DESARROLLO METODOLÓGICO.....	26
5. <u>RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO</u>	28
5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y RESULTADOS OBTENIDOS.....	28
5.2 CAPACIDAD INSTALADA POR ETAPA EN LA PRODUCCIÓN.....	32
5.2.1 <u>Etapa de amasado</u>	32
5.2.2 <u>Etapa de pesaje</u>	34
5.2.3 <u>Etapa de formado de hojas</u>	36
5.2.4 <u>Etapa de tren de laminado</u>	38
5.2.5 <u>Etapa de cinta de descanso</u>	40
5.2.6 <u>Etapa de tren de afinado</u>	43
5.3 EVALUACIÓN GLOBAL DE CAPACIDADES Y LOCALIZACIÓN DE RESTRICCIONES.	45
5.4 APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES.....	48
5.4.1 <u>Paso 1: Identificar la Restricción</u>	50
5.4.2 <u>Paso 2: Explotar la Restricción del Mercado</u>	51
5.4.3 <u>Paso 3: Subordinar el resto del sistema a la restricción</u>	56
5.4.4 <u>Paso 4: Elevar la restricción del mercado</u>	59
5.4.5 <u>Paso 5: Afrontar el cambio de restricción</u>	61

6. <u>VISIÓN DIRECTIVA Y PROYECCIÓN ESTRATÉGICA</u>	63
6.1 CONTRASTE ENTRE RESULTADOS CUANTITATIVOS Y PERCEPCIÓN DIRECTIVA	63
6.2 IMPLICANCIAS ESTRATÉGICAS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	64
6.3 VALIDACIÓN DEL ENFOQUE METODOLÓGICO.....	65
7. <u>CONCLUSIONES</u>	68
8. <u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	71
9. <u>ANEXOS</u>	73
9.1 TRANSCRIPCIÓN DE LA ENTREVISTA AL DIRECTOR GENERAL DE BOCATTI.....	73

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La industria alimentaria ha sido objeto de extensas investigaciones, especialmente en lo que respecta a la mejora de la eficiencia de los procesos productivos. Este sector enfrenta importantes retos relacionados con los cuellos de botella, que son restricciones en el flujo de producción que afectan la capacidad operativa de las plantas. En el caso específico de la producción de masa no fermentada, utilizada en productos como galletas, empanadas y tartas, la eficiencia operativa es crucial para garantizar la calidad y los costos competitivos.

Diversos estudios internacionales han analizado la optimización de los procesos de producción en la industria alimentaria, principalmente en el sector de panificación. Estos estudios han identificado que las ineficiencias en áreas clave, como el mezclado y el amasado de la masa, generan cuellos de botella significativos que retrasan las etapas posteriores, como el horneado. En muchas ocasiones, estos cuellos de botella están asociados a maquinaria inadecuada, mal diseño de flujos de trabajo, y deficiencias en la logística interna.

Uno de los estudios más relevantes fue realizado en Australia por Johnson y Lee (2016), quienes analizaron una planta de producción de panadería de Baker's Delight. Este estudio encontró que la planta experimentaba cuellos de botella en la etapa de mezclado de la masa, lo que impacta negativamente en la capacidad operativa. A través de la reestructuración de la planificación de producción y la implementación de un sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP), la planta mejoró significativamente el flujo de materiales y redujo los tiempos de espera entre etapas, lo que resultó en una mejora del 18% en la capacidad productiva.

En Colombia, Ramos et al. (2017) realizaron un estudio similar en una planta de producción de panadería en Bogotá, donde identificaron que las principales ineficiencias se debían a una mala distribución de los ingredientes y los materiales. La implementación de un sistema de gestión de inventarios en tiempo real y la reorganización de los flujos logísticos internos permitió reducir los tiempos de espera y costos de almacenamiento, lo que resultó en un incremento de 15% en la capacidad de producción sin realizar grandes inversiones.

Otro caso relevante es el de la Panadería Industrial Avena en Argentina, donde Fernández et al. (2020) analizaron el flujo de trabajo y detectaron que la fase de amasado era un punto crítico. Al aplicar un enfoque de análisis de flujo de trabajo y redistribuir los recursos humanos y maquinarias en función de la demanda, lograron reducir los tiempos de inactividad en un 30%, lo que resultó en una mejora en la producción y una reducción de los costos operativos en un 10%.

En Uruguay, aunque existen estudios sobre la cadena de valor agroindustrial y algunos aspectos logísticos en la industria alimentaria, la literatura sobre la optimización de procesos específicos de la producción de masa no fermentada es limitada. Este vacío en la investigación local resalta la importancia de estudios aplicados que analicen los procesos en contextos reales de producción.

Una planta ubicada en Canelones, Uruguay, es el objeto de estudio en este proyecto. Esta región se caracteriza por una gran concentración de emprendimientos alimentarios y presenta desafíos comunes en la industria alimentaria, como ineficiencias logísticas internas, largos tiempos de espera entre etapas de producción, y falta de sincronización en tareas operativas. Este caso es representativo de otros problemas similares en plantas locales, por lo que el análisis de esta planta contribuirá al desarrollo de soluciones prácticas que podrán ser aplicadas en otras instalaciones con características similares.

Los estudios revisados muestran que los cuellos de botella no solo afectan la operación, sino también los resultados financieros. La acumulación de tiempos muertos, la subutilización de recursos y la falta de planificación generan sobre costos, afectando directamente la rentabilidad. A través de metodologías como *Lean Manufacturing*, análisis de flujo de trabajo, y mejora continua, se puede optimizar la eficiencia operativa y, al mismo tiempo, mejorar los resultados financieros.

El enfoque de este estudio no solo busca mejorar los rendimientos operativos de la planta de Canelones, sino también reducir costos y aumentar la rentabilidad. La identificación de los puntos críticos en el proceso de producción de masa no fermentada permitirá proponer soluciones prácticas y basadas en datos reales que contribuirán a la competitividad de la planta, tanto en términos operativos como financieros.

1.2 RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La industria alimentaria es fundamental para la economía de muchos países, y particularmente en Uruguay, juega un papel crucial tanto en el abastecimiento interno como en la exportación de productos. Sin embargo, este sector enfrenta diversos desafíos relacionados con la eficiencia operativa, la reducción de costos y la mejora de la calidad en los procesos de producción. Entre estos desafíos, uno de los más relevantes es la optimización de las operaciones en las plantas de producción de alimentos, un aspecto vital para garantizar la competitividad en un mercado globalizado.

En particular, la producción de masa no fermentada, que se utiliza en productos como galletas, tartas y empanadas, es un área clave dentro de la industria de panificación. Sin embargo, las plantas que fabrican este tipo de productos suelen enfrentar problemas

operativos, como cuellos de botella, retrasos en el flujo de trabajo y subutilización de recursos, que afectan negativamente el rendimiento de la producción. Estos problemas no solo afectan la rentabilidad, sino que también limitan la capacidad de respuesta ante la demanda del mercado.

La relevancia de esta investigación radica en su enfoque hacia la mejora de los procesos productivos en una planta de producción de masa no fermentada, ubicada en Canelones, Uruguay. Este tipo de investigación proporciona un análisis detallado de los factores que afectan la eficiencia operativa de la planta, lo que permite identificar áreas de mejora y desarrollar estrategias prácticas que pueden optimizar los tiempos de producción, reducir costos y aumentar la capacidad de producción.

Además, al centrarse en un caso concreto y real, este estudio de caso no solo contribuirá al ámbito académico, sino que también ofrecerá herramientas prácticas y soluciones aplicables para otras empresas del sector, no solo en Uruguay, sino en toda la región. Esto es particularmente importante en un entorno industrial cada vez más competitivo, donde las mejoras en la gestión de recursos, la planificación estratégica y la adopción de tecnologías de optimización son clave para mantener la competitividad.

Esta investigación tiene un gran valor porque no solo busca entender los problemas operativos de una planta específica, sino también ofrecer información que pueda ser útil para otras plantas de la región, contribuyendo al desarrollo de mejores prácticas en la industria alimentaria, específicamente en la producción de masa no fermentada. Esto repercutirá directamente en la mejora de la eficiencia operativa y la rentabilidad del sector.

1.3 MOTIVACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL TEMA

Uno de los principales motores que nos ha impulsado a elegir este tema para la investigación es la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante la maestría en un contexto práctico y real de producción. A lo largo de los cursos y materias cursadas, hemos adquirido un sólido entendimiento de conceptos clave como la gestión de la producción, la optimización de procesos, y las metodologías de mejora continua, como Lean Manufacturing y el análisis de cuellos de botella. Estas herramientas no solo tienen un impacto académico, sino que su aplicación práctica en entornos industriales reales es fundamental para generar mejoras tangibles.

La industria alimentaria, en particular el sector de panificación, enfrenta problemas de ineficiencia operativa que afectan directamente la productividad y los costos de producción. (Measuring Technical Efficiency and Returns to Scale in Taiwan's Baking Industry—A Case Study of the 85 °C Company. *Sustainability*, 11(5), 1268).

Este estudio utiliza el Análisis Envolvente de Datos (DEA) para evaluar la eficiencia técnica y los rendimientos a escala en la industria de panificación de Taiwán, identificando áreas clave de ineficiencia operativa.

Este trabajo de investigación tiene un enfoque práctico, lo que nos permite aplicar las herramientas y teorías estudiadas en la maestría de forma directa en un caso real, lo que aumenta el valor del proyecto tanto a nivel académico como profesional. La posibilidad de transferir los conocimientos adquiridos a la planta de producción nos ha permitido abordar cuestiones como el análisis de flujo de trabajo, la redistribución de recursos y la optimización de los tiempos de ciclo, con el fin de aumentar la eficiencia y reducir los costos operativos.

2. OBJETIVOS

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera las limitaciones en la capacidad y utilización de las amasadoras afectan el rendimiento del proceso de elaboración de masa en una planta de producción de alimentos, y cómo puede optimizarse su operación para mejorar los tiempos de producción y los resultados operativos?

2.2 OBJETIVO

Evaluar el desempeño del proceso de elaboración de masa en una planta de producción de alimentos. Identificar el cuello de botella del proceso y proponer soluciones que optimicen los tiempos de producción y mejoren los resultados operativos.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Validar los tiempos de ciclo de cada etapa del proceso de elaboración de masa.
- Identificar el cuello del proceso y evaluar cómo afecta el rendimiento global del proceso.
- Proponer una medición cuantitativa del impacto del cuello de botella en términos de capacidad y tiempos de producción.
- Diseñar propuestas de mejora aplicables al eslabón más débil del proceso, con el fin de mejorar el flujo global y potenciar la capacidad de respuesta de la planta.

2.4 HIPÓTESIS

El cuello de botella en el proceso de elaboración de masa se origina por limitaciones en la capacidad y disponibilidad de las amasadoras, lo que genera demoras entre etapas y reduce la eficiencia operativa. La implementación de mejoras en la programación del uso de amasadoras, junto con ajustes en el flujo de trabajo, permitirá optimizar los tiempos de producción y aumentar la productividad de la planta.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MASA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La elaboración de masa en la industria alimentaria es un proceso técnico que varía según el tipo de producto, siendo una distinción importante la diferencia entre masa fermentada y masa no fermentada. Esta última no requiere procesos biológicos como la fermentación, lo que permite una producción más rápida, controlada y estandarizada. Se utiliza en productos como galletas, tartas, empanadas y panes planos (Kumar & Gupta, 2015).

En una planta industrial, el proceso de masa no fermentada incluye las siguientes etapas:

Dosificación y mezcla: Se combinan con precisión los ingredientes secos (harina, sal, agentes leudantes químicos) y líquidos (agua, grasas).

Amasado: Desarrollo de la red de gluten para aportar estructura, bajo estrictos controles de tiempo y temperatura.

Reposo opcional: Mejora la textura o facilita etapas posteriores como la laminación.

Formado y procesamiento posterior: Incluye laminado, corte, precocción o empaque, según el producto.

En el caso de masas fermentadas, el proceso también contempla una etapa de fermentación tras el amasado, con el objetivo de mejorar la estructura y las propiedades organolépticas del producto. Tanto para masas fermentadas como no fermentadas, factores como temperatura, humedad y tiempo son determinantes en la calidad final (Gandhi & Kothari, 2013).

En la industria alimentaria, “La eficiencia operativa se define como la capacidad de obtener productos de calidad con el mínimo consumo de recursos tales como tiempo, energía, mano de obra y materiales (Gómez, 2019).” Para medir esta eficiencia, se utilizan indicadores clave como: Tiempo de ciclo, tiempo de inactividad, capacidad operativa, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

3.2 TEORÍA DEL CUELLO DE BOTELLA

En la actualidad, la industria alimentaria se enfrenta a desafíos significativos relacionados con la eficiencia y la capacidad productiva de sus procesos. La creciente demanda del mercado, sumada a la imperiosa necesidad de garantizar estándares elevados de calidad, seguridad alimentaria y cumplimiento estricto de los plazos de entrega, obliga a las plantas productivas a optimizar continuamente sus procesos internos. En este contexto, la teoría del cuello de botella, sustentada en la Teoría de Restricciones (TOC) desarrollada por Eliyahu M. Goldratt, emerge como una herramienta fundamental para la identificación y gestión de los puntos críticos que limitan el desempeño global de un sistema productivo.

La teoría plantea que todo sistema tiene al menos una restricción, condicionando así el flujo total del proceso y ocasionando acumulaciones, demoras y pérdidas en la eficiencia operativa. La adecuada identificación y manejo de estos cuellos de botella permite optimizar la productividad, reducir costos operativos y mejorar los tiempos de entrega. Su aplicación en la industria alimentaria es particularmente relevante, dado que los procesos en este sector están altamente encadenados y sujetos a estrictas regulaciones.

3.3 FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y EL CUELLO DE BOTELLA

Esta teoría se ha consolidado como una metodología de mejora continua orientada a incrementar el desempeño global de las organizaciones. Las restricciones pueden presentarse en forma interna, cuando se trata de recursos físicos o procesos productivos con capacidad limitada, o en forma externa, cuando la demanda del mercado resulta insuficiente para absorber la producción disponible.

Con el propósito de gestionar dichas limitaciones, Goldratt formuló un proceso cíclico conocido como los cinco pasos de enfoque. Este modelo se erige como una herramienta que permite identificar, analizar y gestionar de manera sistemática el factor que condiciona el flujo de throughput, entendiendo este último como las ventas netas que efectivamente generan ingresos para la empresa.

El primer paso consiste en identificar la restricción del sistema. Cuando esta es de carácter interno, la restricción suele localizarse en el recurso con menor capacidad relativa de la cadena productiva, que actúa como cuello de botella y determina el ritmo de todo el sistema. Sin embargo, en contextos donde la capacidad instalada supera ampliamente a la utilizada, la restricción no se encuentra dentro de la planta, sino fuera de ella, en el mercado. En este caso, el factor limitante es la demanda efectiva, que impide aprovechar en plenitud la infraestructura productiva disponible.

Una vez reconocida la restricción, el segundo paso implica explotarla, es decir, maximizar su rendimiento sin incurrir en inversiones significativas. En un escenario de restricción interna, ello se traduce en minimizar tiempos improductivos, reducir paradas no planificadas y garantizar que el recurso crítico opere de manera ininterrumpida y eficiente. Cuando la restricción es externa, la explotación se orienta a obtener el máximo rendimiento de la

demanda actual, lo que supone fidelizar clientes, incrementar la participación de mercado a través de propuestas de valor diferenciadas y optimizar los procesos de venta y servicio.

El tercer paso hace referencia a la subordinación del sistema a la restricción. Este principio implica que todos los demás procesos y políticas de la organización deben ajustarse al ritmo marcado por la limitante. En el caso de una restricción interna, la subordinación exige que las demás etapas de la producción se alineen con la capacidad del cuello de botella, evitando sobreproducción o acumulaciones de inventario. Por su parte, cuando la restricción es externa, la subordinación implica orientar la organización en su conjunto hacia la satisfacción de las necesidades del mercado, priorizando el servicio al cliente, la flexibilidad de entrega y la eliminación de barreras comerciales que dificulten la venta.

Superada esta instancia, el cuarto paso consiste en elevar la restricción. En sistemas con limitaciones internas, elevar implica incorporar nuevas máquinas, ampliar turnos de trabajo, introducir tecnologías más eficientes o realizar inversiones que incrementen la capacidad del recurso crítico. En cambio, cuando la restricción es externa, elevar equivale a generar más demanda, ya sea a través de estrategias de marketing, diversificación de productos, desarrollo de nuevos canales comerciales o expansión hacia mercados geográficos adicionales.

Finalmente, el quinto paso recuerda que una vez superada la restricción inicial, esta tenderá a trasladarse a otra parte del sistema. En consecuencia, el proceso debe reiniciarse, evitando que la inercia organizacional se convierta en una nueva limitación. De este modo, los cinco pasos de enfoque constituyen un ciclo dinámico de mejora continua que asegura la adaptabilidad del sistema ante cambios en la capacidad, la demanda o el entorno competitivo (Watson, Blackstone, & Gardiner, 2007).

La importancia de este enfoque radica en su capacidad para orientar los esfuerzos de la organización hacia el factor que verdaderamente condiciona su desempeño, evitando

intervenciones dispersas en áreas que no determinan el resultado global. Asimismo, al considerar tanto restricciones internas como externas, la TOC ofrece una visión integral aplicable a diversos contextos de la industria alimentaria, donde los desafíos productivos se entrelazan con las exigencias del mercado. En última instancia, el modelo permite a las empresas alinear su operación con la meta organizacional de generar beneficios sostenidos, enfocando recursos y decisiones en aquello que representa el mayor impacto para su competitividad y supervivencia (Noreen, Smith, & Mackey, 1995).

3.4 IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE CUELLOS DE BOTELLA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La identificación de cuellos de botella en la industria alimentaria representa un desafío complejo debido a la multiplicidad de procesos involucrados y a la dinámica propia de la producción en este sector. Las plantas productoras de panificados, snacks, bebidas o alimentos preparados generalmente incorporan una amplia gama de etapas, que abarcan desde la recepción de materias primas, procesamiento, mezclado, formado, cocción, enfriamiento, hasta empaque y almacenamiento.

Para localizar el cuello de botella, se emplean diversas técnicas. Entre ellas se encuentran el análisis de tiempos y movimientos, que permite medir la duración de cada etapa y detectar demoras significativas; estudios de capacidad, que confrontan la capacidad teórica y real de los equipos o procesos; observación directa y entrevistas con operarios, que facilitan la identificación de cuellos de botella no evidentes mediante datos; sistemas de monitoreo en tiempo real, que registran flujos y tiempos a través de software y sensores; y diagramas de flujo o mapas de procesos que visualizan la secuencia operativa y detectan acumulaciones o desajustes.

Un indicador característico de un cuello de botella es la acumulación constante de producto o material en espera en una etapa específica, acompañada de tiempos muertos en etapas posteriores, reflejando un desequilibrio en el flujo productivo.

3.5 CAUSAS COMUNES DE CUELLOS DE BOTELLA EN PROCESOS ALIMENTARIOS

Las causas que generan cuellos de botella en la industria alimentaria son múltiples y, frecuentemente, se combinan, por lo que resulta imprescindible realizar un diagnóstico integral para su correcta identificación. Entre las causas más frecuentes destacan las limitaciones en la capacidad de maquinaria clave, como pueden ser amasadoras con capacidad insuficiente o líneas de formado lentas que no logran absorber la demanda productiva. Asimismo, la presencia de procesos manuales o semi-automatizados introduce variabilidad y ralentizaciones que afectan la fluidez del sistema.

Las fallas frecuentes o la falta de mantenimiento adecuado de los equipos también contribuyen a generar paradas no planificadas que impactan directamente en el ritmo de producción. Otro factor común es el desbalance en la secuencia productiva, donde etapas descoordinadas originan acumulaciones y tiempos de espera prolongados. En la industria alimentaria, los tiempos excesivos de limpieza o cambio entre lotes, motivados por estrictos requisitos sanitarios, representan una limitación importante para la continuidad operacional. Finalmente, el diseño inadecuado del layout y la insuficiente capacitación del personal también son causas frecuentes que afectan la eficiencia y capacidad productiva.

Cada una de estas causas repercute no solo sobre el proceso específico en el que se presentan, sino también en la eficiencia global de la planta, condicionando la capacidad de respuesta ante la demanda y la competitividad del producto en el mercado.

3.6 ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN Y MEJORA DE LOS CUELLOS DE BOTELLA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

El manejo eficaz de los cuellos de botella dentro de las plantas de producción alimentaria requiere un enfoque sistemático y coordinado que permita no solo identificar el recurso o proceso limitante, sino también implementar soluciones que maximicen su rendimiento y armonicen el resto del sistema productivo con esta restricción. Una de las primeras estrategias consiste en explotar al máximo la capacidad del cuello de botella sin realizar inversiones significativas. Esto implica garantizar que el recurso crítico funcione de manera continua y eficiente, minimizando tiempos muertos, paradas innecesarias o interrupciones relacionadas con tareas no prioritarias.

Por ejemplo, en el caso de una amasadora que limita la producción en una panadería industrial, es posible revisar la programación de turnos para asegurar su operación constante, capacitar al personal para optimizar los tiempos de limpieza y mantenimiento preventivo, o modificar la secuencia de producción para evitar interrupciones entre lotes. Estas acciones permiten aumentar la eficiencia del equipo sin necesidad de adquirir maquinaria nueva, lo cual es especialmente relevante cuando la inversión resulta costosa o la planta aún no opera a su máxima capacidad.

Posteriormente, se debe subordinar el resto del sistema productivo a las decisiones tomadas respecto a cómo se explota el cuello de botella. Esto implica ajustar los tiempos y la

asignación de recursos en las etapas anteriores y posteriores, con el objetivo de sincronizar el flujo de trabajo para que no se generan acumulaciones ni tiempos de espera prolongados. En términos prácticos, no tiene sentido acelerar una etapa anterior al cuello de botella si el proceso limitado no puede absorber ese ritmo, ya que esto sólo provocaría inventarios en proceso innecesarios, mayores costos y complicaciones en la gestión.

Finalmente, una vez que se han desarrolladas estas dos primeras fases, se puede considerar la elevación de la capacidad del cuello de botella, que suele implicar inversiones en maquinaria, automatización, mejoras tecnológicas o cambios en la organización del trabajo. En la industria alimentaria, esto puede traducirse en la compra de amasadoras adicionales, la incorporación de sistemas automáticos de transporte interno, o la implementación de software de gestión de la producción que facilite la programación y el control de los procesos. No obstante, esta decisión debe ser cuidadosamente evaluada, ya que en ocasiones la mejora de la coordinación y el aprovechamiento de la capacidad existente generan resultados similares con menor impacto económico.

El ciclo de mejora continúa cuando, al superar una restricción, otra emerge en el sistema. Por lo tanto, la gestión de cuellos de botella es un proceso dinámico y permanente, que requiere monitoreo constante, flexibilidad en la planificación y compromiso de todos los niveles organizacionales.

3.7 CASOS DE APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

En la industria alimentaria, la aplicación de la teoría del cuello de botella ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la productividad y la eficiencia operativa. Un caso ilustrativo se presenta en una empresa productora de alimentos congelados, donde se

identificó que el proceso de congelado rápido, realizado mediante túneles de congelación, constituía el principal cuello de botella del sistema productivo. La capacidad limitada de estos túneles impedía mantener un flujo constante desde la etapa de cocción hasta el empaque, generando acumulaciones de producto en espera y retrasos en las etapas subsecuentes (López & Martínez, 2018).

Para superar esta restricción, la empresa implementó una serie de acciones que incluyeron la adquisición de túneles de congelación adicionales y la reconfiguración del layout de planta para mejorar el flujo interno de materiales y productos. Esta reorganización permitió un desplazamiento más eficiente y coordinado entre las distintas etapas del proceso, minimizando tiempos muertos y evitando acumulaciones innecesarias. Paralelamente, se incorporó un sistema de monitoreo digital que facilitó la gestión en tiempo real de los tiempos de congelado y la detección temprana de posibles congestiones o interrupciones (García et al., 2020). Estas medidas lograron incrementar significativamente la capacidad del proceso de congelación, permitiendo una mayor continuidad en la línea productiva y reduciendo los tiempos de espera entre etapas. Como resultado, se mejoró la eficiencia operativa general, se incrementó la capacidad de producción sin necesidad de ampliar otras áreas del proceso y se logró cumplir de manera más precisa con los tiempos de entrega establecidos. Además, el mantenimiento de la calidad del producto final se mantuvo dentro de los estándares requeridos, lo que contribuyó a reforzar la satisfacción del cliente (López & Martínez, 2018; García et al., 2020).

Este caso evidencia cómo la identificación y gestión adecuada del cuello de botella, junto con la implementación de soluciones técnicas y organizativas, puede transformar la operación de una planta alimentaria, aumentando su competitividad y capacidad de respuesta en un mercado exigente y dinámico (Goldratt & Cox, 2004).

3.8 BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

La adopción de la TOC para la gestión de cuellos de botella en la industria alimentaria ofrece múltiples beneficios. Entre ellos se destacan la mejora en la utilización de recursos, la reducción de tiempos muertos y de inventarios en proceso, el aumento de la capacidad productiva y la optimización de costos operativos. Además, al enfocarse en las restricciones reales del sistema, esta metodología permite priorizar esfuerzos y recursos en las áreas que verdaderamente limitan el desempeño, evitando intervenciones innecesarias o dispersas.

Sin embargo, la literatura también señala diversas limitaciones y desafíos asociados a la Teoría de Restricciones. La identificación de la restricción puede resultar especialmente compleja en sistemas productivos dinámicos o con múltiples cuellos de botella que se manifiestan de manera simultánea. Asimismo, la excesiva dependencia en un único recurso crítico puede incrementar la vulnerabilidad del sistema frente a fallas o interrupciones inesperadas. Por otro lado, la aplicación efectiva de la TOC no se limita a cambios técnicos, sino que requiere transformaciones culturales y organizacionales que suelen ser difíciles de alcanzar, ya que implican coordinación transversal, compromiso de la alta dirección y procesos de capacitación.

Estas dificultades han sido ampliamente discutidas en la literatura académica, destacando Watson, Blackstone y Gardiner (2007) en su revisión sobre la evolución y aplicación práctica de la teoría. En la industria alimentaria, los estrictos requisitos de higiene y seguridad también pueden limitar la flexibilidad para modificar ciertos procesos o reducir tiempos de limpieza, lo que implica que las soluciones deben adaptarse cuidadosamente a las normativas vigentes.

3.9 PRINCIPIOS DEL LEAN MANUFACTURING Y SU RELACIÓN CON LA TEORÍA DE RESTRICCIONES.

El Lean Manufacturing, desarrollado a partir del sistema de producción de Toyota, se basa en la búsqueda sistemática de la eficiencia mediante la eliminación de desperdicios y la optimización del flujo de valor. Su objetivo principal es maximizar el valor percibido por el cliente utilizando la menor cantidad posible de recursos, reduciendo tiempos improductivos, esperas, movimientos innecesarios y sobreproducción. En este sentido, el enfoque Lean se complementa con la Teoría de Restricciones (TOC), ya que ambas metodologías comparten la premisa de que la mejora continua del sistema depende de la identificación y eliminación de ineficiencias que limitan el desempeño global.

En la industria alimentaria, la aplicación de los principios Lean resulta particularmente valiosa debido a la naturaleza secuencial de los procesos productivos y la sensibilidad de los productos frente al tiempo y las condiciones de operación. Las esperas innecesarias, los excesos de inventario intermedio o las paradas entre etapas pueden afectar tanto la productividad como la calidad final. Integrar los enfoques Lean y TOC permite abordar estas limitaciones desde una perspectiva sistémica: mientras Lean se orienta a eliminar desperdicios y optimizar el flujo, TOC focaliza los esfuerzos en gestionar las restricciones que determinan el ritmo de producción. La combinación de ambos marcos ofrece una estrategia eficaz para equilibrar la capacidad entre etapas, reducir pérdidas y aumentar la eficiencia operativa en entornos industriales donde la calidad, la trazabilidad y la continuidad del proceso son factores críticos de competitividad.

4. METODOLOGÍA

4.1 ENFOQUE DEL ESTUDIO DE CASO

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, que permite analizar variables clave como tiempos de producción y capacidad operativa.

Desde el punto de vista de su finalidad, se trata de una investigación aplicada, ya que busca intervenir sobre un sistema real para proponer mejoras concretas. En cuanto a su alcance, el estudio es descriptivo, dado que se enfoca en identificar, analizar y caracterizar las condiciones actuales del proceso productivo. Además, se estructura como un estudio de caso, centrado en una planta industrial específica.

Las variables seleccionadas para el análisis son las siguientes: tiempos de producción, tiempos de inactividad, capacidad de la maquinaria. Estas variables fueron elegidas por su incidencia directa en la eficiencia operativa del sistema productivo analizado.

4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para obtener la información necesaria, se utilizarán los siguientes métodos y técnicas:

Observación directa no participante: Se observarán las distintas fases del proceso de producción en su entorno real, corroborando tiempos de ciclo, tiempos de espera, secuencia de tareas y utilización de recursos

Entrevistas: La entrevista a la Alta Dirección proporciona información valiosa sobre las prácticas y los desafíos que enfrentan en el proceso de producción. Esta entrevista puede

ayudar a identificar problemas no visibles durante las observaciones directas, como la falta de capacitación o los errores comunes en las máquinas.

Análisis documental: Se revisarán registros históricos de producción, hojas de control, partes de mantenimiento y documentación técnica interna.

Investigación bibliográfica: Se consultarán fuentes teóricas y aplicadas sobre mejora de procesos, Lean Manufacturing, teoría de las restricciones y eficiencia industrial.

4.3 DESARROLLO METODOLÓGICO

El desarrollo metodológico se estructura en las siguientes fases:

a) Recopilación de datos

Se recolectan datos cuantitativos (tiempos, frecuencias, capacidades) a través de las técnicas mencionadas anteriormente. Se realizará la entrevista al CEO para obtener información relevante.

b) Diagnóstico del sistema

Se utilizarán herramientas de análisis como diagramas de flujo, mapas de procesos, análisis de tiempos y movimientos, y gráficos de causa-efecto para identificar las principales fuentes de ineficiencia.

c) Análisis del proceso actual

Consiste en la observación detallada del flujo de producción, identificando cuellos de botella, tareas críticas, tiempos improductivos y breve análisis de costos.

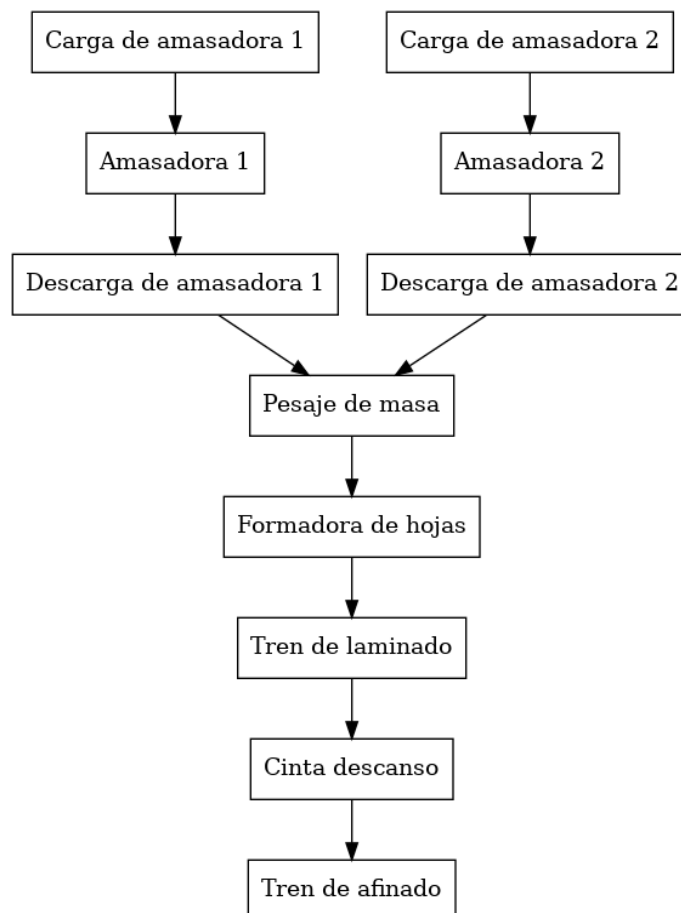
d) Propuestas de mejora

Se diseñarán intervenciones basadas en los principios de Lean Manufacturing y en la Teoría de las Restricciones (TOC), ajustadas a las características específicas de la planta.

5. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y RESULTADOS OBTENIDOS

Con el fin de facilitar la comprensión integral del proceso, a continuación se presenta el diagrama de flujo correspondiente a las once etapas que conforman la producción de masa no fermentada. Este esquema permite visualizar de manera secuencial las actividades involucradas, así como las interacciones entre ellas, constituyéndose en una herramienta clave para el análisis de capacidad, la identificación de restricciones y la posterior aplicación de acciones en la gestión productiva.



Cuadro 1: Diagrama de flujo del proceso de producción de masa no fermentada

A continuación, se presentan los resultados del registro de tres ciclos de producción de masa no fermentada, obtenidos a partir de información histórica proporcionada por el área de Producción. Para el análisis se seleccionó aleatoriamente un día del mes de julio de 2025, considerando los tres primeros ciclos productivos desarrollados en esa jornada. Los datos recopilados incluyen la hora de inicio y de finalización de cada una de las etapas que conforman el proceso de producción de masa.

Ciclos	Carga de amasadora 1		Amasadora 1		Descarga de la amasadora 1		Carga de amasadora 2		Amasadora 2		Descarga de la amasadora 2	
	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora de inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin
1)	4:55	5:06	5:06	5:22	5:22	5:27	4:55	5:11	5:11	5:24	5:27	5:32
2)	6:07	6:18	6:18	6:27	6:27	6:33	6:06	6:23	6:23	6:34	6:34	6:39
3)	7:15	7:27	7:27	7:39	7:39	7:44	7:17	7:32	7:32	7:42	7:42	7:50

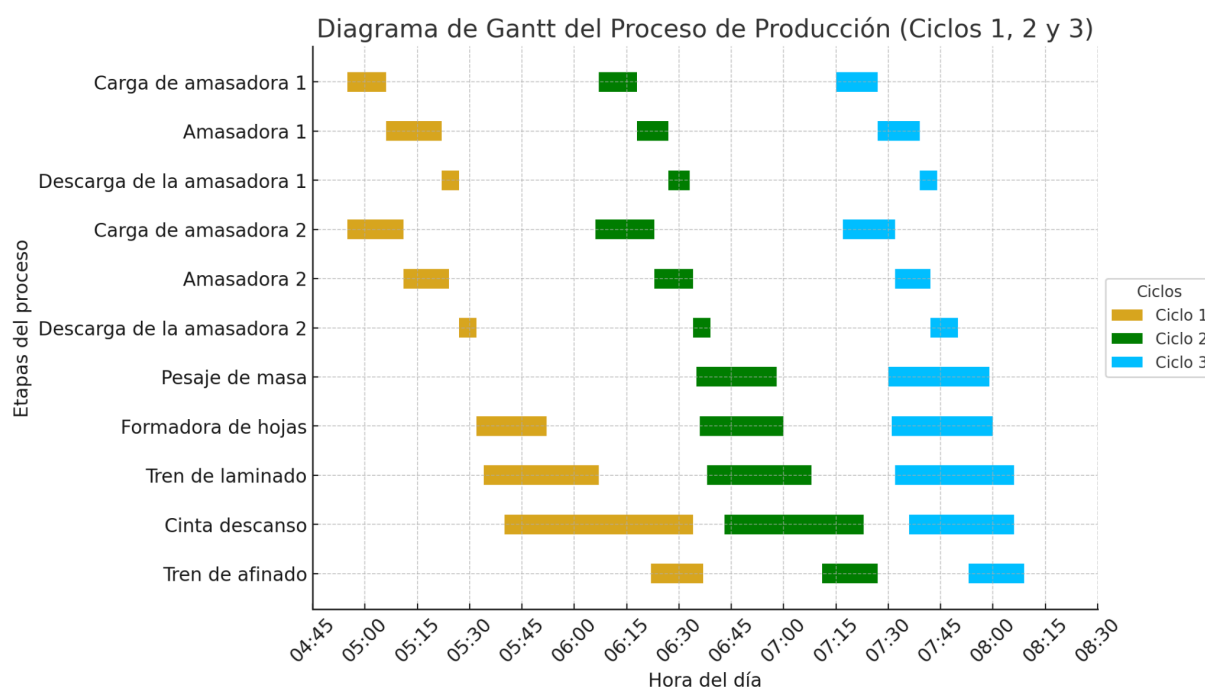
Ciclos	Pesaje de masa		Formadora de hojas		Tren de laminado		Cinta descanso		Tren de afinado	
	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin
1)	-	-	5:32	5:52	5:34	6:07	5:40	6:34	6:22	6:37
2)	6:35	6:58	6:36	7:00	6:38	7:08	6:43	7:23	7:11	7:27
3)	7:30	7:59	7:31	8:00	7:32	8:06	7:36	8:06	7:53	8:09

Cuadro 2: Registros de tiempos de producción en las once etapas del proceso de elaboración de masa no fermentada. Extraídos de bases de datos proporcionadas por la empresa Bocatti.

Con el propósito de representar de manera detallada la secuencia temporal del proceso productivo, se elaboró un diagrama de Gantt que refleja la duración y el orden de ejecución de las once etapas que integran la producción de masa no fermentada. Este diagrama se construyó a partir de los registros correspondientes a tres ciclos seleccionados, lo que permite

observar con mayor claridad el comportamiento real de la operación en un día típico de trabajo.

La representación gráfica facilita la identificación de la relación entre actividades, mostrando cuáles se desarrollan de manera secuencial y cuáles pueden solaparse en el tiempo. Asimismo, pone de manifiesto los intervalos de espera, las variaciones en la duración de las etapas y las posibles ineficiencias asociadas a la coordinación del proceso.



Cuadro 3. Diagrama de Gantt de las etapas del proceso de producción de masa no fermentada en tres ciclos

Definiciones (Proporcionadas por el área de producción de la empresa Bocatti) :

Producto final obtenido: Se define como la masa de trabajo, constituida por la mezcla de un 40% de masa virgen y un 60% de masa de recorte.

Demanda diaria de producción: Corresponde a un total de 1.700 kg de masa de trabajo (100%), de los cuales 680 kg (40%) provienen de masa virgen y 1.020 kg (60%) de masa de recorte.

Capacidad de las amasadoras: Cada amasadora presenta una capacidad nominal de 170 kg de masa virgen por ciclo.

Masa de recorte: Se obtiene a partir de un proceso de recirculación independiente. Para efectos del presente estudio se asume disponibilidad suficiente de este insumo, el cual se combina con la masa virgen durante la etapa de Pesaje.

Definición de ciclo productivo: A partir de la etapa de Pesaje, se considera un ciclo con capacidad de 368 kg de masa de trabajo en un tiempo promedio de 26 minutos.

Jornada laboral: La jornada de referencia para la producción es de 9 horas diarias.

La planta opera en una jornada laboral de nueve horas diarias (540 minutos) y su demanda actual de producción es de aproximadamente 1.700 kilogramos diarios de masa de trabajo. Esta masa se conforma a partir de una mezcla de masa virgen (elaborada desde materias primas) y masa de recorte (proveniente de sobrantes del proceso), en una proporción del 40 % y 60 % respectivamente. El proceso productivo comienza con dos amasadoras, cada una con una capacidad de 170 kilogramos de masa virgen por ciclo, que funcionan en paralelo. Posteriormente, la masa virgen es mezclada con masa de recorte en la etapa de pesaje, en la cual se conforma la "masa de trabajo". Cada lote procesado a partir del pesaje contiene un total de 368 kilogramos.

Las etapas posteriores al pesaje incluyen formado, laminado, descanso y afinado, y fluyen de manera secuencial. La etapa de descanso puede acortarse hasta 20 minutos sin comprometer la calidad del producto, lo que ofrece una oportunidad importante de mejora operativa. En

cuanto al personal involucrado, la etapa de amasado es operada por dos personas, el pesaje por una persona, y las etapas posteriores requieren tres personas.

Etapa	Duración ciclo 1 (minutos)	Duración ciclo 2 (minutos)	Duración ciclo 3 (minutos)	Promedio Duración
Carga amasadora 1	11.0	11.0	12.0	11.3
Amasadora 1	16.0	9.0	12.0	12.3
Descarga amasadora 1	5.0	6.0	5.0	5.3
Carga amasadora 2	16.0	17.0	15.0	16.0
Amasadora 2	13.0	11.0	10.0	11.3
Descarga amasadora 2	5.0	5.0	8.0	6.0
Pesaje de masa	-	23.0	29.0	26.0
Formadora de hojas	20.0	24.0	29.0	24.3
Tren de laminado	33.0	30.0	34.0	32.3
Cinta descanso	54.0	40.	30.0	41.3
Tren de afinado	15.0	16.0	16.0	15.7

Cuadro 4: Duraciones operativas de cada etapa por ciclo

5.2 CAPACIDAD INSTALADA POR ETAPA EN LA PRODUCCIÓN

5.2.1 Etapa de amasado

En las etapas iniciales del proceso (carga de amasadoras, amasadora y descarga de amasadoras) se produce la masa virgen, es decir, la masa elaborada únicamente con materias primas (harina, agua, etc.) antes de incorporar recortes. Estas etapas se realizan en dos amasadoras industriales que operan en paralelo, cada una con una capacidad nominal de 170 kg de masa virgen por ciclo. La operación en paralelo de las amasadoras duplica efectivamente la capacidad de producción de masa virgen por ciclo (hasta 340 kg si ambas

procesan simultáneamente), proporcionando una capacidad instalada elevada en la preparación de masa virgen. Los tiempos de ciclo combinados de carga, mezclado y descarga por amasadora rondan entre 29 y 33 minutos en promedio. Gracias a la existencia de dos equipos, es posible escalonar sus operaciones para mantener un flujo constante de masa virgen: mientras una amasadora se encuentra en plena etapa de mezclado, la otra puede estar en fase de carga o lista para descargar, reduciendo tiempos de espera.

La capacidad excedente en las amasadoras se hace evidente al comparar su producción potencial con la demanda de masa virgen impuesta por las etapas posteriores. En un día típico, la planta requiere aproximadamente 680 kg de masa virgen para satisfacer la proporción del 40% en la mezcla total de 1.700 kg de masa de trabajo. Las amasadoras, con su alta capacidad nominal, son capaces de generar esta cantidad de masa virgen con holgura dentro de la jornada de 9 horas. Esto significa que las amasadoras no operan al límite de su capacidad instalada; por el contrario, suelen experimentar periodos de inactividad o espera debido a restricciones aguas abajo en el proceso. En términos de flujo, las etapas de carga, amasado y descarga no constituyen el cuello de botella de la línea, sino que proveen material con rapidez suficiente para abastecer a las etapas siguientes. Un indicio de esta holgura es la acumulación de masa o la espera de las amasadoras una vez que completan un ciclo, antes de que la línea esté lista para procesar un nuevo lote de masa virgen. No obstante, es importante señalar que una coordinación deficiente en estas etapas iniciales (por ejemplo, demoras excesivas en la carga de ingredientes o en la descarga de la masa) podría generar ineficiencias puntuales. Mejoras en la logística de carga de insumos o en la sincronización de personal pueden aún reducir los tiempos improductivos en esta sección, aumentando la eficiencia sin requerir nueva maquinaria. Por tanto, las etapas de amasado poseen una capacidad instalada elevada en relación con el resto del flujo, por lo cual no limitan la velocidad global de producción en

las condiciones actuales, sino que sirven más bien de respaldo para asegurar un suministro continuo de masa virgen.

Cálculo de capacidad (kg/h): Si las amasadoras entregan únicamente el 40% del peso final por lote, entonces para sostener 100% del flujo aguas abajo su capacidad equivalente es:

Capacidad equivalente=Capacidad real (masa virgen) $\times$ 0,40=Capacidad real $\times$ 2,5

Carga amasadoras: $1.494 \text{ kg/h} \times 2,5 \approx 3.735 \text{ kg/h} \rightarrow 3.734^*$

Amasado: $1.728 \text{ kg/h} \times 2,5 \approx 4.320 \text{ kg/h} \rightarrow 4.320^*$

Descarga amasadoras: $3.610 \text{ kg/h} \times 2,5 \approx 9.025 \text{ kg/h} \rightarrow 9.025^*$

5.2.2 Etapa de Pesaje

La etapa de pesaje consiste en combinar la masa virgen (elaborada a partir de mezcla de materias primas e ingredientes) con la masa de recorte (remanentes re-circulados del proceso productivo) para formar la *masa de trabajo*. En esta fase se dosifican ambos componentes en la proporción definida de 40% masa virgen y 60% masa de recorte. Mediante básculas y personal entrenado, se asegura que cada lote preparado contenga el peso total requerido.

Durante el pesaje, los trozos de masa virgen provenientes de la etapa de amasado se mezclan con la masa de recorte disponible, hasta alcanzar un lote total de aproximadamente 368 kg.

Esta combinación manual o semi-automática da origen a un bloque de masa uniforme que luego alimentará la línea de formado. Cabe destacar que la masa de recorte proviene de un circuito de recirculación independiente y se asume que hay suficiente disponibilidad de este insumo para cada ciclo. La correcta dosificación en pesaje es crítica para mantener la composición de la masa de trabajo constante y asegurar la homogeneidad del producto final.

Tiempo de ciclo observado: En condiciones actuales, la etapa de pesaje presenta un tiempo de ciclo promedio de 26,0 minutos por lote, según registros de tiempo de la planta. Este valor se

obtuvo observando varios ciclos productivos y promediando su duración, reflejando tanto la operación de pesado y mezcla de masas como eventuales demoras menores en la consolidación del lote.

Masa procesada por ciclo: Cada ciclo de pesaje procesa 368 kg de masa de trabajo (suma de 147 kg de masa virgen y 221 kg de recorte aproximadamente, manteniendo el 40/60). Este es el tamaño de lote estándar que avanza a las siguientes etapas; equivale a la carga requerida para alimentar la formadora de hojas del que se formará la lámina de masa continua.

Cálculo de capacidad (kg/h): Si la etapa de pesaje opera de forma continua a su ritmo observado, podría procesar alrededor de 849 kg por hora.

Una capacidad de ~849 kg/h implica que el pesaje no operaría al máximo de su potencial bajo la demanda actual, ya que excede con holgura los requerimientos diarios de producción (1.700 kg en 9 h, equivalentes a ~189 kg/h). En términos de flujo, esta etapa puede preparar lotes con rapidez suficiente para no retrasar a las máquinas posteriores. El valor calculado refleja la capacidad instalada del sistema de pesaje en condiciones ideales de trabajo continuo. Sin embargo, en la práctica, pueden existir pequeñas ineficiencias (por ejemplo, acomodar la masa en la báscula, entre otras) que expliquen el tiempo de ciclo observado. Aun con ello, la capacidad resultante es mayor en comparación con otras etapas, lo que sugiere que el pesaje no estaría operando cerca de su límite durante el flujo normal.

La etapa de pesaje, en el contexto del proceso de masa de trabajo, no actúa actualmente como una restricción principal del flujo. Su capacidad excede la de la etapa más lenta del sistema, por lo que rara vez impide que los lotes avancen. De hecho, los datos sugieren que el pesaje y mezcla (incluyendo la disponibilidad de masa virgen de las amasadoras) tienen capacidad excedente frente a etapas posteriores. En otras palabras, el pesaje puede completar la preparación de un lote más rápido de lo que las siguientes máquinas (especialmente la cinta de

descanso) pueden procesarlo, por lo que no constituye el cuello de botella bajo las condiciones actuales. Operativamente, esto significa que el operario de pesaje tiene cierta holgura y a menudo debe esperar a que la línea aguas abajo consuma la masa anterior antes de iniciar un nuevo ciclo.

La etapa de pesaje marca el inicio del *pipeline* continuo de producción, por lo que su sincronización con las etapas previas y siguientes es crucial. Con la etapa previa (amasado) existe un solapamiento: mientras un lote está siendo procesado en pesaje, las amasadoras pueden estar preparando la masa virgen del siguiente lote en paralelo. De hecho, la planta cuenta con dos amasadoras operando en paralelo, lo que permite que haya masa disponible para pesaje casi inmediatamente después de culminar el ciclo anterior. Esto minimiza tiempos muertos entre un lote y el siguiente en pesaje. Con la etapa siguiente (formado de hojas), en cambio, la relación es secuencial directa: hasta que no se completa el pesaje y se transfiere el lote de 368 kg a la formadora, esta última no puede comenzar a trabajar ese lote. No obstante, dado que el pesaje tarda 26 min y la formadora opera ligeramente más rápido (~24 min, ver más abajo), es posible iniciar un nuevo ciclo de pesaje antes de que la formadora haya terminado completamente con el lote previo. En la operación continua, el pesaje del lote $N+1$ puede solaparse en el tiempo con el formado, laminado e incluso el descanso del lote N , siempre y cuando haya masa disponible, de modo que la línea no se detenga. Gracias a esta coordinación tipo *oleada*, la etapa de pesaje logra alimentar a la línea y etapas posteriores.

5.2.3 Etapa de formado de hojas

La formadora de hojas es la máquina encargada de tomar el lote de masa de trabajo proveniente del pesaje y convertirlo en una hoja o lámina continua de masa de espesor inicial grueso. Operativamente, el bloque de ~368 kg de masa se deposita en la tolva (alimentador de la formadora), donde la maquinaria comprime y extiende la masa. El resultado es una banda

ancha de masa, denominada internamente “bastón de masa” de espesor uniforme inicial, que puede ser transportada sobre una cinta. Esta lámina servirá de base para las etapas posteriores de laminado y afinado. La formadora de hojas garantiza que la masa virgen y de recorte queden bien integradas (si todavía hubiera algún gradiente) y prepara una geometría regular (ancho y grosor constantes) para ingresar al tren de laminado. En esencia, convierte una masa volumétrica deforme en una lámina continua, facilitando el procesamiento secuencial.

Tiempo de ciclo observado: El tiempo de ciclo promedio registrado en la formadora de hojas es de 24,3 minutos por lote. Este es el tiempo requerido para procesar los 368 kg de masa y obtener la hoja continua inicial. Hubo cierta variabilidad en los ciclos observados (ej. un ciclo rápido de ~20 min y uno más lento de ~29 min), atribuible a ajustes operativos o pausas menores, pero el valor medio de ~24,3 min representa el desempeño típico.

Masa procesada por ciclo: Cada ciclo de la formadora procesa íntegramente 368 kg de masa (es decir, todo el lote entregado por pesaje). La máquina está diseñada para manejar este volumen de masa por ciclo, transformándolo en una lámina de dimensiones definidas (el ancho suele ser fijo según el equipo).

Cálculo de capacidad (kg/h): Tiene una capacidad teórica de alrededor de 908 kg/h en las condiciones medidas.

Una capacidad de ~908 kg/h sugiere que la formadora es capaz de procesar más masa por hora que la etapa de pesaje precedente (849 kg/h) y que la mayoría de las etapas subsecuentes. En la práctica, esto significa que la formadora de hojas tampoco opera a plena carga desde el punto de vista de capacidad: su ritmo potencial es mayor que el que finalmente se aprovecha, dado que está encadenada al flujo global. El hecho de que el tiempo de ciclo (24,3 min) sea un poco menor que el del pesaje (26 min) indica que la formadora puede terminar su trabajo ligeramente antes de que un nuevo lote esté listo o antes de que la siguiente etapa (laminado)

esté libre, lo que puede ocasionar pequeños tiempos de espera. Técnicamente, la formadora no constituye un cuello de botella porque su capacidad (kg/h) excede la de la etapa más lenta y también supera la capacidad de la etapa de laminado. Esto implica que, bajo flujo continuo, la formadora no limita la producción; más bien suele adaptarse al ritmo que le impongan las máquinas adyacentes más lentas (ya sea esperando materia prima del pesaje o regulando la velocidad para no alcanzar al laminador si este estuviera ocupado). La robustez de capacidad de la formadora puede deberse a un diseño con cierto exceso de dimensión para asegurar que no sea el factor limitante, garantizando así un flujo constante de masa hacia adelante.

La formadora de hojas no actúa como restricción principal en el sistema.

5.2.4 Etapa de tren de laminado

El tren de laminado es el conjunto de rodillos que continúa reduciendo y estructurando la hoja de masa después de la formadora. En esta etapa, la masa es sometida a un proceso de laminado múltiple, cuyo objetivo es doble: (1) disminuir gradualmente el espesor de la masa mediante rodillos sucesivos, y (2) eventualmente introducir un laminado en capas (superposición de pliegues de masa) para mejorar la textura final del producto. En la producción de masas no fermentadas (como masa de empanada), es común utilizar un laminador que corta la banda de masa y la apila en varias capas, obteniendo una estructura laminada que aportará hojaldrado o una miga particular tras la cocción. La masa ingresa con un espesor relativamente grueso desde la formadora y sale con un espesor menor y uniforme, lista para el descanso. Durante el laminado se controla la tensión en la masa para no dañar su estructura; asimismo, se estira la hoja de forma homogénea. Esta etapa es esencial para conferir propiedades mecánicas y de textura al producto final (por ejemplo, distribución de capas, alineación del gluten, etc.), especialmente relevante en masas no fermentadas donde no hay levaduras que generen estructura interna.

Tiempo de ciclo observado: El tiempo de ciclo promedio del tren de laminado es de 32,3 minutos por lote. Este es un tiempo significativamente mayor que los de pesaje y formado, indicando que la masa permanece más tiempo en esta etapa. En los registros de tres ciclos, el laminado tomó entre ~30 min (mínimo observado) y ~34 min (máximo), con 32,3 min en promedio. Esto refleja el tiempo que tarda en completarse el proceso de laminación para un lote de 368 kg de masa, desde que entra la primera porción del lote hasta que sale la última porción laminada hacia la cinta de descanso. El laminado, por su naturaleza, podría no tener “pausas” marcadas entre lotes, pues la transición puede ser continua; sin embargo, para fines de medición se consideró ciclo terminado cuando todo el material del lote N pasó al descanso.

Masa procesada por ciclo: En cada ciclo, el tren de laminado procesa los mismos 368 kg de masa continua, es decir, toda la hoja proveniente de la formadora correspondiente a un lote. La masa entra posiblemente segmentada o continua, pero siempre sumando 368 kg, y sale igualmente continúa rumbo al siguiente proceso. No hay ganancia ni pérdida de masa en esta etapa.

Cálculo de capacidad (kg/h): La capacidad instalada del tren de laminado se estima en ~684 kg/h bajo las condiciones actuales de operación.

Con ~684 kg/h, la capacidad del laminado es menor que la del pesaje (849) y la formadora (908), lo que sugiere que el tren de laminado es una etapa más lenta en comparación con las anteriores. En efecto, su tiempo de ciclo (32,3 min) es sustancialmente más largo, implicando que, de trabajar de forma continua, esta etapa produciría menos masa por hora. Esto posiciona al laminado como un candidato a cuello de botella dentro de la secuencia, aunque debemos compararlo con la etapa de descanso para confirmarlo. Actualmente, dado que la cinta de descanso tiene un ciclo aún mayor (41,3 min), el laminado no es el cuello de botella principal; sin embargo, es la segunda etapa más lenta de las consideradas. Técnicamente, esto significa

que el laminado opera ya bastante cerca de su capacidad límite relativa: su velocidad de procesamiento determina en gran parte el ritmo al que puede fluir la masa. Si la etapa de descanso no existiera o fuera muy rápida, el tren de laminado sería entonces el factor limitante del throughput. La maquinaria de laminado demanda este tiempo para asegurar calidad, por lo que aumentar significativamente su velocidad sin inversión podría no ser factible. En la operación actual, el laminado ocasionalmente puede acumular masa en su entrada si la formadora entrega más rápido de lo que él procesa; también, al salir, suele entregar masa a un ritmo que la cinta de descanso (más lenta) aceptará sin congestión. En general, el laminado no está subutilizado, sino que más bien funciona cercano a las necesidades del flujo, aunque todavía no impone la máxima limitación debido a que la etapa siguiente es más lenta.

El laminado no impone restricciones aguas arriba (la formadora siempre puede esperar un poco si el laminador aún procesa el lote anterior), pero sí impone restricciones aguas abajo si hipotéticamente el descanso fuera más rápido, lo cual hoy no ocurre. En síntesis, el tren de laminado funciona casi al ritmo límite requerido por el sistema.

5.2.5 Etapas de cinta de descanso

La cinta de descanso es una etapa única en este proceso, cuyo propósito principal es permitir un reposo controlado de la masa antes de su afinado final. Consiste típicamente en un transportador de banda de longitud extendida, por donde la lámina de masa pasa lentamente durante un tiempo determinado. En este caso, la masa laminada ingresa a la cinta y es transportada sin ser trabajada activamente, permaneciendo en reposo relativo. Durante estos 40 minutos de descanso, ocurren fenómenos importantes en la masa: el gluten relajado durante la laminación recupera algo de elasticidad pero sin tensionarse demasiado, se equilibran tensiones internas y la masa “se asienta”. En masas no fermentadas, este reposo mejora la manejabilidad para el afinado y el corte posterior, evitando contracciones bruscas de

la masa cuando se corte. Es esencial destacar que, a diferencia de una fermentación (donde habría producción de CO₂ y expansión, lo que aquí no sucede al no tener agentes fermentativos), este descanso es puramente físico y químico (ej, relajación de proteínas).

Al final de la cinta, la masa continúa hacia el tren de afinado. Operativamente, no interviene personal directamente en la masa durante esta etapa, pero sí se monitorea que la cinta funcione sin atascos y que la masa no se deteriore (p.ej., que no se reseque superficialmente, lo cual a veces se previene con cobertura de nylon).

Tiempo de ciclo observado: La etapa de descanso presenta el mayor tiempo de ciclo entre todas las etapas: en promedio 41,3 minutos por lote. El hecho de que un ciclo observado excediera los 50 minutos sugiere que en ocasiones la cinta mantuvo la masa más tiempo de lo estándar, tal vez debido a alguna detención de línea o a una decisión operativa de prolongar el reposo. Sin embargo, típicamente se pretendía un tiempo cercano a 40 min. De hecho, la empresa indicó que este tiempo podría reducirse a ~20 minutos sin comprometer la calidad del producto, lo que evidencia un margen para optimizar. En la situación actual, los ~41 min representan el ritmo al cual cada lote de masa finaliza su recorrido de descanso y está listo para el afinado.

Masa procesada por ciclo: Nuevamente, cada ciclo de la cinta de descanso corresponde a los mismos 368 kg de masa del lote que ingresó, sólo que distribuidos a lo largo de la cinta. La masa permanece íntegra y al cabo del ciclo esos 368 kg avanzan a la siguiente etapa. Es importante notar que, dado que la cinta opera de forma continua, mientras un lote está en curso de descanso, el lote anterior ya terminó su descanso y el siguiente puede estar esperando para entrar; no obstante, para efectos de medición consideramos lote a lote. La capacidad de la cinta en términos de cantidad de masa simultánea es mayor (puede albergar 368 kg en proceso

más quizás parte del siguiente), pero eso no aumenta la salida por hora, solo indica que en un momento dado hay masa en tránsito.

Cálculo de capacidad (kg/h): Tiene una capacidad de aproximadamente 535 kg/h, la más baja de todas las etapas analizadas.

Una capacidad de ~535 kg/h indica que la etapa de descanso es efectivamente la más restringida en términos de procesamiento por hora. Esto confirma que la cinta de descanso, con su largo tiempo de ciclo, constituye el cuello de botella actual del sistema productivo entre pesaje y afinado. En términos prácticos, significa que, aunque las etapas anteriores podrían potencialmente producir a mayor ritmo, deben finalmente ajustarse a este límite de ~535 kg/h, ya que la masa no puede avanzar más rápido que eso en el tramo de descanso. Esta situación provoca que la cinta de descanso dicte el compás de la línea: es la etapa que más tiempo agrega por lote y, por ende, la que determina cuántos lotes (o cuántos kilogramos) se terminan por unidad de tiempo. Desde la perspectiva de Teoría de Restricciones, su capacidad limitada fija la capacidad global del proceso. Por otro lado, el hecho de que la duración de descanso pueda ser reducida a 20 min sin merma de calidad sugiere que los 41,3 min actuales no son intrínsecamente necesarios, sino más bien una práctica conservadora o una consecuencia de la configuración física de la cinta. En cualquier caso, técnicamente hay un exceso de tiempo de reposo que no aporta valor añadido al producto después de cierto punto, lo que significa que la etapa está usando más tiempo del imprescindible y con ello está ocioso el excedente (la masa descansaría más de lo necesario). Esto abre la puerta a una mejora potencial: reducir el tiempo de descanso incrementa la capacidad. En la situación actual, la interpretación es clara: la cinta de descanso es el factor limitante y cualquier mejora en la productividad total de la línea pasa por optimizar o gestionar esta etapa.

Este comportamiento caracteriza a un cuello de botella: acumulación previa y ociosidad posterior. Efectivamente, se observa en planta que antes de la cinta puede a veces verse la masa laminada acumulándose levemente si el laminador terminó su trabajo y la cinta todavía está llevando el lote anterior; y tras la cinta, el tren de afinado suele estar a la espera hasta que la masa termine de descansar. Esto confirma que el descanso es un paso limitante.

Se identificó como oportunidad de mejora la necesidad de definir con precisión el tiempo óptimo de la cinta de descanso, de modo de garantizar la calidad del producto final y, al mismo tiempo, reducir su impacto como potencial limitante dentro del flujo productivo.

5.2.6 Etapa de tren de afinado

El tren de afinado es la etapa final de reducción y corte de la masa. Consiste en varios rodillos finales de calibrado fino, que llevan la masa al espesor definitivo del producto. Después del descanso, la masa está más relajada y manejable; el tren de afinado aprovecha esto para estirarla hasta el grosor exacto necesario (unos pocos milímetros). Suelen ser varios rodillos en cascada, cada uno haciendo reducciones incrementales pequeñas para no desgarrar la masa ni generar tensiones bruscas. La meta es obtener una lámina continua de espesor uniforme en toda su anchura, con las características deseadas (textura, densidad) listas para el corte final. Durante el afinado, es importante controlar parámetros como la velocidad, la separación de rodillos (gradualmente menor) y la harinada o enharinado para evitar adherencias. Esta etapa no mezcla ni altera la composición de la masa, sólo ajusta su geometría. Al culminar la etapa de afinado, la masa adquiere el espesor definitivo requerido para el producto. En este punto, es segmentada en tres franjas longitudinales de igual dimensión, con un ancho previamente estandarizado, de modo que cada tramo se ajuste de manera precisa a la etapa subsiguiente de armado de empanadas. Este corte garantiza la uniformidad del insumo y facilita su integración en el flujo productivo posterior.

Tiempo de ciclo observado: El tren de afinado es la etapa con menor tiempo de ciclo promedio: aproximadamente 15,7 minutos por lote. En las mediciones, los ciclos de afinado variaron muy poco (entre 15,0 y 16,0 min en los tres ciclos registrados), indicando un proceso bastante estable y repetitivo. Esto significa que, una vez que un lote de 368 kg de masa comienza a ser afinado, toda su masa pasa por los rodillos finales en alrededor de un cuarto de hora. El tiempo reducido se debe a que esta máquina trabaja rápidamente la masa (el espesor final se logra en un tiempo corto) y a que, muy posiblemente, estuvo esperando por la masa, de modo que en cuanto el lote sale del descanso, el afinador lo procesa sin interrupción hasta terminarlo.

Masa procesada por ciclo: Cada ciclo de afinado procesa 368 kg de masa (correspondientes a un lote completo). Toda la lámina del lote, tras reposar, es pasada por los rodillos de afinado. No hay pérdida apreciable de masa; los recortes o sobrantes de los bordes tras el corte siguiente serían lo que vuelve como masa de recorte, pero eso sucede luego. Por lo tanto, la masa que entra (368 kg) es la que sale del afinador aún en forma de lámina continua, lista para ser utilizada posteriormente.

Cálculo de capacidad (kg/h): tiene una capacidad máxima estimada en ~1406 kg/h, que es muy superior a la de cualquier otra etapa del proceso.

La capacidad del tren de afinado (~1406 kg/h) es casi el triple de la capacidad del cuello de botella actual (535 kg/h en la cinta de descanso). Esta discrepancia indica que el afinador está sobredimensionado en capacidad relativa al resto del sistema, o visto de otro modo, opera muy por debajo de su límite máximo la mayor parte del tiempo. El tiempo de ciclo breve (15,7 min) refleja que, cuando tiene masa disponible, el afinador la procesa rápidamente y queda listo para más. Sin embargo, puesto que depende de la llegada de masa desde la cinta de descanso, que es mucho más lenta, el afinador está con tiempos muertos significativos. En

efecto, después de afinar un lote en $\sim 15,7$ min, debe esperar en vacío hasta que transcurra el resto de los $\sim 41,3$ min de descanso del lote siguiente, es decir, permanece ocioso en promedio unos 25 minutos hasta volver a trabajar. Técnicamente, entonces, el afinado no es para nada un cuello de botella; es una etapa con amplio excedente de capacidad. Esto suele ser intencional en diseño: la última etapa antes del corte se sobredimensiona para nunca ser limitante, asegurando que siempre que haya masa lista, se pueda afinar sin demoras. También se debe a que este tramo final suele estar acoplado a la velocidad de las líneas de armado de empanadas que típicamente operan rápido.

5.3 EVALUACIÓN GLOBAL DE CAPACIDADES Y LOCALIZACIÓN DE RESTRICCIONES.

Etapa	Masa por ciclo (kg)	Tiempo por ciclo (min)	Cálculo	Capacidad instalada (kg/h)
Carga de amasadoras	340	13.65	$340 / (13.65/60)$	3.734*
Amasado	340	11.8	$340 / (11.8/60)$	4320*
Descarga de amasadoras	340	5.65	$340 / (5.65/60)$	9025*
Pesaje	368	26	$368 / (26/60)$	850
Formado de hojas	368	24.3	$368 / (24.3/60)$	908
Laminado	368	32.3	$368 / (32.3/60)$	683
Cinta de descanso	368	41.3	$368 / (41.3/60)$	534
Afinado	368	15.7	$368 / (15.7/60)$	1406

Cuadro 5: Resumen comparativo de capacidades operativas por etapa.

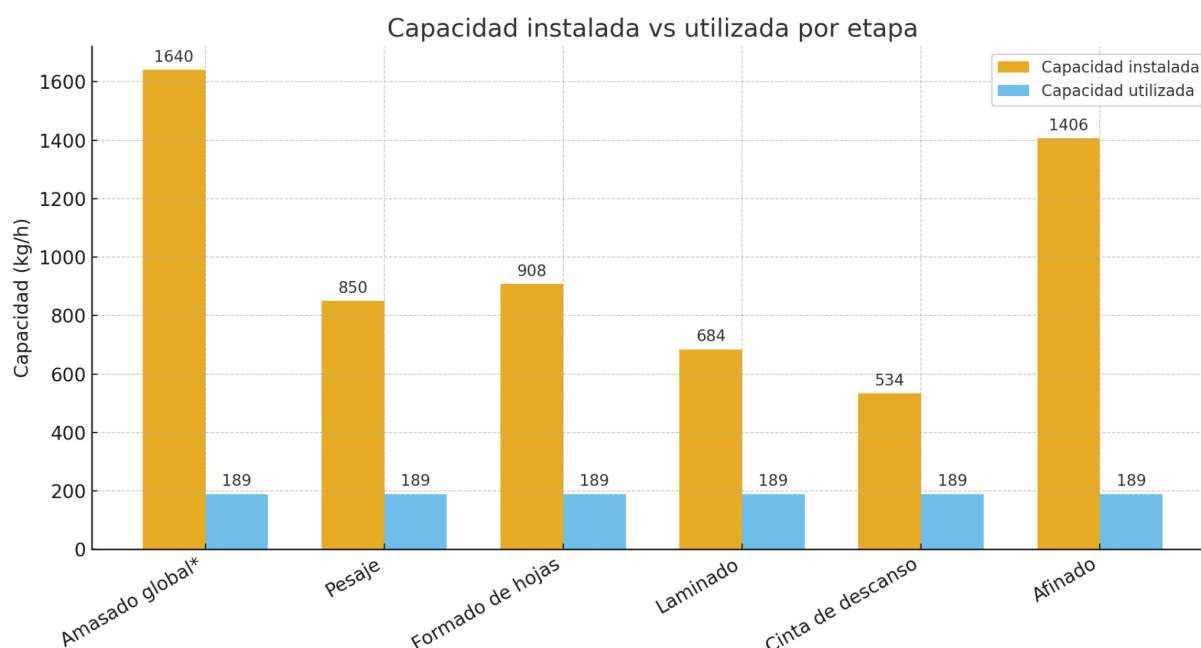
**Se calcula considerando que para el amasado, se utiliza el 40% de masa virgen.*

El examen de las capacidades instaladas en cada etapa del proceso de producción de masa de trabajo revela una notable disparidad entre operaciones. Algunas etapas, como el afinado (1.406 kg/h) o el formado de hojas (908 kg/h), exhiben un rendimiento suficientemente alto para satisfacer la demanda global del sistema. Por su parte, el laminado (683 kg/h) constituye una de las operaciones con menor capacidad relativa, configurándose como un punto de atención en la cadena de valor.

En el caso de la cinta de descanso, el análisis presenta dos escenarios diferenciados. Con un tiempo estándar de 41,3 minutos, su capacidad se limita a 534 kg/h, lo que la convierte en el principal cuello de botella del proceso. Sin embargo, al considerar la posibilidad de reducir el tiempo de reposo a 20 minutos —sin comprometer la calidad del producto final—, la capacidad se eleva de manera significativa. Bajo este escenario alternativo, la restricción deja de ubicarse en la cinta y se traslada al laminado, que con 683 kg/h se mantiene como la etapa más lenta del flujo productivo.

La comparación sistemática permite concluir que la localización del cuello de botella no es estática, sino dependiente de las condiciones operativas definidas. En el esquema tradicional, la cinta de descanso limita la producción global; en cambio, con la reducción de tiempo, la restricción se traslada al laminado. Esto confirma la importancia de la gestión flexible de tiempos de proceso y de la evaluación continua de parámetros de calidad, con el objetivo de balancear capacidades y asegurar un flujo estable y eficiente.

Ahora bien, al contrastar la capacidad instalada de cada etapa con la capacidad efectivamente utilizada —determinada por la demanda promedio de 1.700 kg diarios en una jornada de 9 horas (≈ 189 kg/h)—, se advierte una situación diferente.



Cuadro 6: Capacidad instalada frente a utilización real del proceso productivo

**Amasado global = Carga de amasadora + amasado + descarga de amasadora*

Cálculo de capacidad global: $340/(31,1/60) \approx 656$ kg/h, considerando 40% masa virgen: 1640 kg/h.

El gráfico comparativo evidencia de forma clara la brecha existente entre ambas magnitudes: en todos los casos, la capacidad instalada de cada etapa supera de forma holgada a la utilizada. Incluso en las etapas con menor rendimiento técnico —como laminado (683 kg/h) o la cinta de descanso (534 kg/h)—, la diferencia respecto a los 189 kg/h de demanda es sustancial, garantizando que estas operaciones puedan absorber sin dificultad los volúmenes requeridos. En las etapas de mayor capacidad, como amasado (1.640 kg/h equivalente) o afinado (1.406 kg/h), la holgura es todavía más marcada, lo que confirma que el sistema productivo se encuentra preparado para responder a incrementos significativos de carga de trabajo sin necesidad inmediata de ampliar recursos.

De este modo, se establece una conclusión central: la restricción real del sistema no se encuentra dentro del proceso productivo, sino fuera de la planta, en el nivel de la demanda del mercado. La capacidad instalada disponible es más que suficiente para cubrir los requerimientos actuales e, incluso, para sostener aumentos considerables de la producción. En consecuencia, la operativa del sistema no está limitada por sus operaciones internas, sino por el volumen que el entorno externo exige, lo cual abre un margen de maniobra amplio para estrategias de crecimiento.

5.4 APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC)

El análisis integral de capacidades realizado en el apartado anterior permitió reconocer tanto los puntos críticos del proceso como la magnitud de la holgura existente entre la capacidad técnica de la planta y la demanda efectiva del mercado. En consecuencia, las restricciones internas no representan actualmente un límite real para el sistema.

En este contexto, la Teoría de Restricciones se presenta como un marco conceptual idóneo para comprender y gestionar esta dinámica. Propuesta por Eliyahu M. Goldratt, la TOC sostiene que todo sistema está limitado por al menos un factor crítico que condiciona su rendimiento global y que, al identificarlo y gestionarlo, es posible orientar de forma estratégica los esfuerzos de mejora. Si bien tradicionalmente se la asocia con la identificación de cuellos de botella internos —máquinas, procesos o recursos específicos—, la TOC también ofrece lineamientos para situaciones en las que la restricción es externa, como ocurre en este caso con la insuficiencia de demanda.

La aplicación de la TOC al presente estudio de caso permite, por un lado, interpretar de manera más profunda la relación entre capacidad instalada y utilización efectiva, y por otro, diseñar propuestas concretas orientadas a maximizar el throughput de la organización. En

otras palabras, el enfoque de Goldratt brinda las herramientas necesarias para transformar un problema de capacidad ociosa en una oportunidad estratégica: aprovechar la holgura productiva para crecer en ventas, mejorar la competitividad y asegurar la sostenibilidad del negocio en el mediano y largo plazo.

A continuación, se presenta el análisis donde se aplica el enfoque de los cinco pasos de focalización de la teoría de restricciones, donde la restricción principal es externa y proviene del mercado: es decir, la demanda insuficiente impide aprovechar plenamente la capacidad de producción disponible. Este escenario plantea un desafío diferente a los cuellos de botella internos típicos, requiriendo estrategias centradas en incrementar las ventas. Siguiendo las recomendaciones de Eliyahu M. Goldratt en sus libros “No es cuestión de suerte” y “El síndrome del pajar”, se desarrolla paso a paso cómo proceder cuando el cuello de botella está fuera de la fábrica, aplicando un enfoque práctico y alineado con el caso de estudio.

La Teoría de Restricciones propone que toda empresa tiene al menos una restricción que limita su desempeño respecto a su meta (ganar dinero de forma sostenida). Los cinco pasos de focalización de Goldratt sirven para gestionar sistemáticamente esas restricciones. Es importante destacar que estos pasos se aplican tanto a restricciones internas como externas; si la restricción del sistema es el mercado (falta de ventas), el proceso de enfoque de TOC sigue siendo el mismo: identificar la restricción, luego explotarla, subordinar todo lo demás a ella, elevarla si es posible, y finalmente volver a empezar si la restricción cambia (Goldratt & Cox, 2004). En otras palabras, TOC también brinda herramientas para Mercadeo y Ventas cuando la falta de demanda es el factor limitante.

En consecuencia, para mejorar los resultados operativos y financieros, la empresa debe concentrar sus esfuerzos en aumentar el throughput (ingreso por ventas) aprovechando la capacidad instalada en lugar de solo buscar eficiencias internas. El propio estudio de caso

concluye que aprovechar mejor la capacidad instalada disminuiría el costo unitario y mejoraría la competitividad de la planta, dado que los costos fijos se repartirían en un mayor volumen de producción. A continuación, se desarrollan los cinco pasos focalizados de TOC aplicados a este contexto de restricción externa (mercado), con propuestas concretas para identificar la restricción, explotarla, subordinar el sistema, elevar la demanda y gestionar el ciclo de mejora continua.

5.4.1 Paso 1: Identificar la restricción

Este diagnóstico –capacidad ociosa generalizada y ventas limitadas– señala claramente que la restricción del sistema es externa: el mercado (la falta de demanda). Identificar una restricción externa requiere mirar indicadores diferentes a los de planta:

Capacidad utilizada vs. instalada: Si la planta está operando un solo turno o por debajo de su capacidad plena mientras podría producir más, la restricción no es la fábrica sino las ventas. En este caso, con 1.700 kg demandados frente a capacidades superiores en cada sección, hay un gran gap entre producción posible y real, indicando restricción en el mercado.

Pedidos insatisfechos o stock acumulado: Aquí no existen pedidos en cola (al contrario, sobra tiempo); más bien podría haber inventario terminado que no rota rápido si se produjera de más. La ausencia de colas internas junto con cualquier acumulación de producto sin vender evidencian que el flujo está limitado por las salidas (ventas) y no por las entradas (producción).

Una vez identificado esto, podemos avanzar al siguiente paso: “explotar” la restricción del mercado, es decir, obtener el máximo rendimiento posible de las ventas actuales y potenciales sin incurrir aún en grandes inversiones.

5.4.2 Paso 2: Explotar la restricción del mercado

Explotar la restricción significa sacar el mayor provecho posible del factor limitante tal como existe, sin realizar inversiones significativas adicionales en ese punto. En este caso cuando la restricción es el mercado (las ventas), explotarla implica maximizar las ventas y el ingreso (throughput) con los medios disponibles, mediante estrategias creativas de mercadeo y servicio que no requieran grandes inversiones productivas pero que permitan atraer a más clientes o vender más a los actuales. En otras palabras, hay que hacer que el mercado compre todo lo que se pueda producir con la capacidad existente. A continuación se presentan varias tácticas para explotar una restricción de demanda, aplicándolas al caso de la planta de masa no fermentada:

Diseñar Ofertas Irresistibles: Goldratt propone crear lo que denomina “ofertas mafia” u ofertas de valor irresistibles que los clientes “no puedan rechazar” (Goldratt & Fox, 2009). Esto implica proponer algo que satisfaga una necesidad significativa del cliente mejor que la competencia, difícil de imitar, y que podamos soportar operativamente sin arriesgar la empresa. En el contexto de la planta, habría que analizar qué problemas o necesidades tienen los clientes o segmentos objetivos. Por ejemplo, los clientes podrían valorar más que un simple disco de masa con relleno: tal vez necesitan confiabilidad en el suministro, regularidad en la calidad/tamaño, entregas just-in-time, o apoyo en desarrollo de nuevos sabores. Este tipo de propuesta ataca dolores del cliente (falta de tiempo para hacer masa, variabilidad de calidad, preocupación por stocks) y a la vez los diferencia. Elevar la percepción de valor del cliente resolviendo un problema importante incrementa la demanda. La tesis de Goldratt sugiere que el marketing debe enfocarse en elevar la percepción de valor en lugar de simplemente bajar precios. En nuestro caso, podríamos agregar garantías de satisfacción, tiempos de entrega muy cortos, asistencia técnica en el uso del producto, etc. para hacer la

oferta más atractiva sin incurrir en costos exorbitantes. La meta es que más clientes digan “sí, me conviene comprar esta empanada en vez de hacerla yo o comprar a otro”, llenando así la capacidad ociosa con ventas adicionales.

Agregar valor al producto/servicio: Explotar la restricción del mercado implica, entre otras estrategias, diferenciarse mediante la incorporación de atributos de valor que amplíen la propuesta más allá de la oferta estándar. En el caso de la planta, si bien el producto principal es la masa no fermentada tradicional, ya se dispone de una alternativa integral, lo que constituye un primer paso en la diversificación de la cartera y en la atención de segmentos de consumo más exigentes y orientados a la salud.

A partir de esta base, resulta conveniente continuar explorando variantes factibles que refuercen la estrategia de diferenciación y permitan aprovechar la capacidad instalada ociosa. Entre ellas, pueden considerarse masas reducidas en sal o formuladas con ingredientes funcionales (fibras adicionales, semillas o aceites de mayor valor nutricional), capaces de atraer a consumidores con restricciones dietarias moderadas o con estilos de vida saludables. La experiencia positiva con la masa integral valida tanto la viabilidad técnica como la aceptación del mercado en este tipo de innovaciones, fortaleciendo la propuesta de avanzar hacia un portafolio más diverso.

En contraste, la posibilidad de ofrecer una línea libre de gluten debe analizarse con cautela, ya que en el contexto de la planta resulta extremadamente compleja y, en la práctica, casi inviable. Esto se debe no solo al uso continuo de harina de trigo en la producción de masas, que genera un alto riesgo de contaminación cruzada, sino también al hecho de que algunos ingredientes de los rellenos empleados en productos terminados o co-desarrollados pueden contener gluten. Garantizar una certificación *gluten free* exigiría una segregación completa de

procesos, equipos, áreas de almacenamiento y manipulación, con protocolos de control exhaustivos que implicaría fuertes inversiones y un rediseño estructural de la planta.

En consecuencia, la estrategia más realista y coherente con las capacidades actuales no es perseguir una línea libre de gluten, sino priorizar desarrollos compatibles con la infraestructura existente y que, a la vez, responden a tendencias de mercado en segmentos saludables. De esta manera, agregar valor al producto no se limita a aumentar el volumen de la masa tradicional, sino que se orienta a consolidar un portafolio diversificado y viable, capaz de captar nuevas oportunidades comerciales sin comprometer la eficiencia operativa ni elevar innecesariamente la complejidad del sistema.

Servicio de desarrollo de productos a medida: Una de las estrategias más efectivas para fidelizar clientes y garantizar volúmenes constantes es la co-creación de productos exclusivos, adaptados a las necesidades específicas de cada cliente. En la planta ya se cuenta con un antecedente concreto de esta práctica: el trabajo conjunto con Sarubbi, que ha permitido el desarrollo de empanadas diseñadas especialmente para ellos. Esta experiencia demuestra la capacidad técnica y operativa de la empresa para ajustar características del producto de acuerdo con los requerimientos del cliente, consolidando relaciones de largo plazo y asegurando un flujo de ventas estable.

A partir de esta base, la estrategia puede ampliarse hacia un espectro más amplio de clientes y categorías de alimentos. No se trata únicamente de personalizar empanadas, sino de explorar otras aplicaciones donde la combinación de masa y relleno constituye el eje central de la propuesta de valor. Entre ellas se incluyen: Pastas rellenas (como ravioles, sorrentinos o agnolotti), tartas saladas o dulces, o productos innovadores de conveniencia, tales como snacks o preparaciones congeladas listas para hornear, que integren masa y relleno en presentaciones adaptadas al consumo rápido y a nuevas tendencias de alimentación.

Este enfoque de desarrollo a medida también abre la posibilidad de diversificar los destinos comerciales de la producción, ocupando la capacidad ociosa de la planta en otros proyectos. Además, al trabajar en conjunto con los clientes en la etapa de diseño, la empresa se posiciona no únicamente como un proveedor, sino como un socio estratégico en innovación, capaz de aportar soluciones técnicas y productivas que potencien la competitividad del cliente en su propio mercado.

Presentación lista para uso: La planta ya elabora discos de masa para tapas de empanadas, lo que representa un producto semi-elaborado de alto valor agregado. Una oportunidad de expansión consiste en ofrecer formatos más grandes, por ejemplo discos para tartas, que simplifiquen aún más el trabajo de panaderías, restaurantes y pequeños emprendimientos. Esta diversificación permitirá aprovechar mejor la capacidad instalada de laminado y corte, ampliar la base de clientes y comercializar el producto a un mayor valor por kilogramo, dado el beneficio de practicidad que ofrece al consumidor.

Segmentación y nichos de mercado: Un principio fundamental es reconocer que el mercado no es monolítico; diferentes clientes valoran cosas distintas. Para explotar la demanda se podría segmentar el mercado y atacar los segmentos donde tengamos mayor oportunidad.

Explotación nacional: consiste en fortalecer la presencia en el norte del país, una región donde la planta aún tiene menor penetración comercial. Expandir la red de distribución y captar clientes en ciudades clave de esa zona permitiría ocupar capacidad instalada ociosa y diversificar la base de ingresos, reduciendo la dependencia de los mercados más consolidados del sur y centro del país.

Exportación regional: Uruguay es un mercado pequeño; la planta podría considerar países vecinos (Argentina, Paraguay, Chile, sur de Brasil) donde haya demanda de productos similares. Exportar masa congelada tiene retos (cadena de frío, regulaciones), pero si hay

capacidad ociosa grande, se puede pilotear la venta a uno o dos mercados cercanos mediante distribuidores. Esta es una forma de explotar la demanda externa cuando el mercado local no alcanza. Se debe verificar competitividad de costos, pero dada la cercanía cultural (empanadas y tartas son consumidas regionalmente), podría encontrarse nicho en, por ejemplo, restaurantes gourmet en Buenos Aires que quieran masa uruguaya de alta calidad, etc. Una alianza con un distribuidor importador sería clave aquí.

Marcas propias de las alianzas: La planta ya cuenta con experiencia en la producción bajo marcas de las alianzas (marca blanca), ofreciendo a ciertos clientes mayoristas y distribuidores la posibilidad de comercializar la masa con su identidad visual y su propio posicionamiento de mercado. Esta modalidad ha demostrado ser una herramienta eficaz para captar clientes que buscan diferenciarse sin necesidad de invertir en infraestructura productiva, y ha permitido aprovechar parte de la capacidad instalada de manera estable.

No obstante, el potencial de esta línea de negocio está lejos de haberse agotado. Resulta conveniente explorar nuevas alianzas estratégicas con cadenas de supermercados, distribuidores regionales e incluso con empresas de alimentos congelados que deseen diversificar su portafolio. De esta manera, la estrategia de marcas propias no solo consolidaría los vínculos existentes, sino que también se transformaría en una palanca de crecimiento, generando throughput adicional mediante una mayor ocupación de la capacidad instalada y fortaleciendo la presencia de la planta en diferentes canales y segmentos de mercado.

Políticas de Precio y Promociones Inteligentes: Aunque la competencia en precios es peligrosa (fácil de imitar), dentro de explotar la demanda se pueden hacer promociones puntuales o estructuras de precios que incentiven mayores compras sin comprometer la rentabilidad global. Por ejemplo:

Descuentos por volumen o fidelidad: Ofrecer un mejor precio por cantidad si el cliente compra cierto volumen mensual garantizado. Dado que nuestros costos fijos ya están pagados en gran medida, producir unidades adicionales tiene principalmente el costo variable (materia prima, energía). Mientras el precio cubra el costo variable y aporte algo al throughput, conviene aceptar ventas adicionales porque diluyen los costos fijos. Este análisis muestra que si se duplica la producción de un turno de 1700 kg a 3400 kg con los mismos recursos, el costo fijo por unidad baja a la mitad y el margen unitario mejora. Por tanto, vale la pena vender más aunque sea a un margen unitario menor, siempre que sea un margen positivo, porque aumenta la ganancia total. Una promoción escalonada de precios puede llenar tiempos ociosos y aún así mejorar la contribución total

“Explotar” una restricción de mercado implica ser creativo comercialmente para vender todo lo posible con la capacidad actual, creando ofertas atractivas, agregando valor, atendiendo nichos desatendidos, presentando el producto de formas convenientes, y removiendo barreras de compra. El rol de marketing y ventas aquí es crucial: Todas las áreas de la empresa deben apoyar este esfuerzo de explotación de la demanda, como veremos en el siguiente paso. Lo importante es que, hasta aquí, no se han hecho inversiones fuertes en nueva maquinaria ni contratado masivamente personal; simplemente se está explotando al máximo el mercado existente, usando la capacidad ociosa para ofrecer mejores soluciones a los clientes. Una vez que estas acciones logren incrementos de ventas, es importante asegurarse que el resto de la organización esté alineado para soportar esa mayor entrada de pedidos.

5.4.3 Paso 3: Subordinar el resto del sistema a la restricción

Subordinar significa ajustar todas las demás decisiones y procesos de la organización para apoyar la máxima explotación de la restricción identificada. Si el cuello de botella fuese una máquina interna, subordinar implicaría que todas las demás etapas trabajan al ritmo de esa

máquina, ni más rápido (para no generar inventario) ni más lento (para no desperdiciar throughput). En el caso de una restricción de mercado, “subordinar” equivale a alinear toda la empresa para apoyar el objetivo de vender más, eliminando cualquier política, proceso o hábito que no aporte a incrementar el throughput o que incluso lo obstaculice. Básicamente, el mercado (los clientes y sus necesidades) marcan el compás de todas las operaciones, y todo el sistema debe sincronizarse con ese compás.

Producción sincronizada con la demanda (Mentalidad Pull): La planta debe operar bajo el principio de producir solo lo que el mercado pide, evitando la tentación de fabricar de más solo para “rellenar” la capacidad. Es preferible tener máquinas esperando órdenes que inventarios creciendo sin venta segura. Subordinar al mercado implica adoptar un sistema pull, donde la demanda jala la producción.

Priorizar las necesidades del cliente sobre la eficiencia local: Un cambio cultural importante es que todas las áreas pongan primero al cliente. TOC señala explícitamente “dar prioridad a las necesidades del cliente y no a la acumulación de inventario”. En la práctica:

Logística y entrega: Debe subordinarse a la promesa de valor. Si prometimos entregas en 24 h, el departamento de logística organiza rutas y horarios para cumplirlo, aun si eso significa camiones viajando medio vacíos inicialmente. La eficiencia de transporte pasa a segundo plano respecto a la confiabilidad de servicio, porque ese servicio superior es lo que explotará la demanda.

Planificación de producción: la planta se subordina al mix que el mercado requiera, en lugar de obligar al mercado a ajustarse a lo que la planta prefiere producir.

Gestión de inventarios: Mantener inventarios solo en la medida que ayuden a las ventas. Por ejemplo, tener un stock de seguridad de producto terminado para pedidos de respuesta

inmediata puede ser útil (un pequeño buffer para clientes que llaman con urgencia). Pero acumular un almacén lleno “por si se vende” va en contra del enfoque pull. Subordinar implica que inventario de materia prima y producto semielaborado también se manejan para poder responder rápido pero sin excesos muertos.

Servicio al cliente excepcional: Todo el personal que interactúa con clientes (vendedores, repartidores, atención postventa) debe estar empoderado para resolver problemas rápidamente. Si un cliente tiene un reclamo o solicitud especial, la respuesta debe ser pronta y enfocada en mantener la venta. Por ejemplo, si hubo un pequeño defecto en un lote entregado, en vez de pelear o demorarlo burocráticamente, inmediatamente reponer el producto o compensar de alguna forma que mantenga la confianza del cliente. Subordinar al mercado significa que incluso áreas como contabilidad o administración entiendan la importancia de ser ágiles: e.g., agilizar aprobaciones de crédito a nuevos clientes (no poner trabas excesivas para abrir cuentas) o condiciones comerciales adaptables, siempre que no comprometan seriamente a la empresa. Se trata de evitar perder una venta por procesos internos lentos o inflexibles.

Sincronización total de la cadena de valor: La sincronización es clave en TOC. En esta planta, con la demanda marcando el ritmo del sistema, los proveedores también deben estar alineados. Subordinar podría implicar trabajar con proveedores de harina, grasas, etc., para que garanticen suministros en cortos plazos si repentinamente necesitamos más materia prima para un gran pedido. Quizás se firmen acuerdos o se mantenga un pequeño inventario extra de insumos críticos. Así, toda la red –proveedores, producción, distribución– opera al ritmo de los pedidos del mercado, ni más ni menos.

Subordinar el sistema a la restricción de mercado exige que cada decisión en la planta se tome con la mira puesta en “¿Esto nos ayuda a vender más?”. Cualquier cosa que obstaculice o no agregue valor hacia el cliente debe cambiarse o eliminarse.

5.4.4 Paso 4: Elevar la restricción del mercado

Una vez que se ha explotado al máximo la restricción actual (vendiendo todo lo posible con las tácticas implementadas) y subordinado el sistema para apoyar ese objetivo, podemos buscar “elevar” la restricción. En TOC, elevar significa hacer inversiones o cambios mayores para aumentar la capacidad o eliminar por completo la limitación, de modo que deje de ser el factor que frena al sistema. En una restricción de mercado, elevar significa generar más demanda todavía, conquistando mercados o clientes que antes no teníamos, a través de acciones estratégicas y eventualmente inversiones en marketing, desarrollo o alianzas comerciales. Es básicamente “expandir el techo de ventas posibles.” A continuación se proponen formas teóricas concretas de elevar la restricción de mercado para esta planta:

Inversión en Marketing y Publicidad: Tras agotar las tácticas de bajo costo en el paso 2, podría justificarse invertir en una campaña de marketing más amplia para dar a conocer el producto y sus ventajas en segmentos no alcanzados. Por ejemplo, campañas en redes sociales mostrando la facilidad de usar la masa, presentaciones en ferias gastronómicas, o publicidad dirigida a dueños de restaurantes y panaderías. El objetivo es ampliar la base de clientes potenciales enterados de la oferta irresistible. Esta inversión debe ser considerada como “elevar la capacidad del cuello de botella” pero en lugar de maquinaria es capacidad de mercadeo. Goldratt sugiere que a veces es necesario dedicar recursos (dinero, personal) para romper la restricción. Aquí eso puede ser contratar una agencia de marketing, un vendedor adicional para cubrir más territorio, o un especialista en comercio exterior si hablamos de exportar. Por ejemplo, asignar un *ejecutivo de ventas regional* para desarrollar el mercado en

otra provincia o país vecino sería elevar la restricción llevándola a un mercado más grande.

La demanda del mercado no es fija; se puede expandir activamente creando conciencia y estimulando nuevas aplicaciones del producto.

Desarrollo de nuevos productos o variantes de negocio: Otra forma de elevar la restricción es diversificar la oferta para acceder a más mercados. Si ya se optimizó la venta tradicional, quizás la empresa pueda lanzar productos derivados usando la misma capacidad. Por ejemplo: Ingresar al segmento de masas fermentadas (pan, pizza, calzones) si la maquinaria lo permite o con inversiones complementarias, para ampliar portafolio. Aunque se sale un poco del enfoque, es una alternativa si la demanda es limitada pero existe demanda en panificación que podemos atender con adaptaciones. Este tipo de expansión de línea aumenta la demanda total a la que podemos aspirar.

Convenios institucionales o gubernamentales: Las empanadas podrían ser utilizadas en programas de alimentación (comedores, escuelas) mediante licitaciones o convenios con el gobierno. Si bien esto a veces implica precios más bajos, puede asegurar grandes volúmenes constantes que elevan considerablemente la restricción de mercado (básicamente, “creamos” demanda garantizada). Para lograrlo habría que invertir tiempo en gestiones comerciales y cumplir estándares específicos, pero es una forma efectiva de llenar capacidad.

En esta misma línea, otra oportunidad interesante sería posicionar las empanadas en salas VIP de aeropuertos, o aerolíneas donde la oferta gastronómica busca productos de calidad, prácticos y listos para consumo inmediato. Este tipo de convenios permite llegar a un público internacional y abre la puerta a potenciales negocios en mercados externos.

En este paso 4, a diferencia del paso 2, funciona sólo si existe la disposición a realizar inversiones mayores o cambios estructurales con tal de incrementar de forma sustancial la demanda atendible. La justificación es que ya se explotó la restricción; para crecer más, se

necesita “hacer más grande el mercado” o tomar una porción mucho mayor del existente, lo que raramente se logra sin algún gasto (sea marketing, desarrollo de producto o expansiones geográficas).

Un riesgo a monitorear es que, al elevar la restricción de mercado exitosamente, podríamos generar más demanda de la que la planta puede satisfacer con su configuración actual. Es justamente lo que se busca: que la restricción deje de ser las ventas y probablemente se traslade de nuevo a una restricción interna (ya sea capacidad de producción, capacidad logística, abastecimiento de materia prima, etc.). Esto lleva al paso final del ciclo de mejora continua.

5.4.5 Paso 5: Afrontar el cambio de restricción (mejorar continuamente y volver a empezar)

El quinto paso de la Teoría de Restricciones se enfoca en que la mejora es un proceso continuo. Una vez que logramos superar o elevar una restricción, debe iniciarse de nuevo el ciclo identificando la siguiente restricción que esté ahora limitando el sistema. Goldratt enfatiza también “no dejar que la inercia se convierta en una nueva restricción”. En el contexto de la planta Bocatti, es importante prepararse para un escenario donde las acciones comerciales hayan tenido éxito: si se logra aumentar significativamente la demanda (por ejemplo, duplicando las ventas a 3.400 kg diarios), la restricción ya no sería el mercado sino muy probablemente una capacidad interna de la fábrica. El cuello de botella podría volver a ser la etapa de pesaje/mezcla identificada inicialmente, u otra etapa como la cinta de descanso o el laminado, dependiendo de hasta dónde subió la demanda.

Entonces, ¿qué hacer cuando la restricción cambia o “desaparece” (en el sentido de que ya no limita)? La respuesta es seguir el mismo proceso disciplinadamente.

En nuestro caso de estudio, es ilustrativo ver cómo se cierra el círculo: originalmente la restricción era interna (pesaje), pero por la baja demanda efectiva, pasó a ser externa (mercado). Al aplicar iniciativas comerciales se logra aumentar esa demanda, y eventualmente la restricción volverá a ser interna. La coherencia con TOC es total: siempre enfocarse en el eslabón más débil actual. Mientras tanto, el mensaje es que las empresas nunca deben conformarse: si la restricción “desaparece” porque se logra quitar la limitante de mercado, inmediatamente se debe buscar la siguiente. De igual forma, si por alguna razón la restricción sigue siendo el mercado (es decir, nuestras acciones no lograron aumentar lo suficiente), hay que reevaluar las estrategias: quizás las ofertas no fueron “tan irresistibles” y se debe iterar nuevas, o revisar si otra cosa (por ejemplo, precio demasiado alto, percepción de calidad, etc.) está frenando las ventas más de lo que se creía.

Por último, el quinto paso lleva de vuelta al primero, consolidando un ciclo dinámico de mejora. Para la empresa, significa que la estrategia no termina en vender más de una vez, sino en construir un proceso adaptable donde, si mañana la limitante es distinta, sepamos detectarla y enfocarnos en ella. La organización debe evitar la complacencia, usando continuamente la lógica de TOC para dirigir sus mejoras donde más rinden.

6. VISIÓN DIRECTIVA Y PROYECCIÓN ESTRATÉGICA

6.1 CONTRASTE ENTRE RESULTADOS CUANTITATIVOS Y PERCEPCIÓN

DIRECTIVA

El análisis cuantitativo del proceso productivo permitió identificar la cinta de descanso como el principal cuello de botella dentro del sistema de producción de masa no fermentada. Su tiempo de reposo, actualmente variable según la demanda, determina la velocidad del flujo total de producción. Los cálculos de capacidad demostraron que, si dicho tiempo se estandarizó —por ejemplo, fijando un mínimo de veinte o treinta minutos—, el cuello de botella (detectado en primera instancia, antes de concluir que la restricción es el mercado), podría desplazarse hacia la etapa de laminado, particularmente en el primer tren de rodillos.

Estos resultados fueron contrastados mediante una entrevista en profundidad al director general de la planta, quien aportó una mirada integral sobre los resultados técnicos desde una perspectiva de gestión. Durante la conversación, el entrevistado coincidió en que la variabilidad del tiempo de descanso constituye una práctica históricamente vinculada a la preservación de la calidad, y que toda modificación en esta etapa debe evaluarse cuidadosamente para no alterar las propiedades sensoriales del producto final. Desde su visión, el proceso de amasado y laminado ha alcanzado un equilibrio entre productividad y calidad que no debería sacrificarse en pos de una mayor velocidad, sino complementarse con mejoras en la planificación y en la gestión de la demanda.

El director también subrayó que la planta cuenta con una capacidad instalada superior a la demanda efectiva, lo que genera capacidad ociosa en diversas etapas. Este diagnóstico coincide con los resultados cuantitativos, que evidencian holguras considerables en las etapas de afinado y laminado. En su opinión, el principal desafío de la empresa no se encuentra hoy en la línea de producción, sino en el mercado, lo que transforma a la demanda comercial en la

restricción dominante del sistema. Esta coincidencia entre el análisis técnico y la visión gerencial refuerza la validez del diagnóstico global.

6.2 IMPLICANCIAS ESTRATÉGICAS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA

Desde la perspectiva de la Teoría de las Restricciones (TOC), la entrevista permitió confirmar que la empresa ha superado su restricción interna —originalmente concentrada en las amasadoras y luego en la cinta de descanso— y que la limitante actual es externa. El director expresó con claridad que el crecimiento futuro dependerá de la capacidad comercial de colocar un mayor volumen de producto, sin perder la diferenciación que otorga la calidad.

En este sentido, planteó una visión estratégica de expansión sustentada en tres ejes principales:

Ampliación geográfica de la cobertura:

El director manifestó su interés en fortalecer la presencia de la marca fuera del área metropolitana, a través de una red de centros logísticos regionales y acuerdos de distribución que permitan alcanzar localidades del interior del país. La estrategia no busca replicar de inmediato la estructura productiva —lo cual implicaría complejidades en estandarización y control de calidad—, sino expandir la distribución y los puntos de venta para aprovechar la capacidad ociosa existente en la planta actual.

Diversificación controlada de productos:

El entrevistado sostuvo que la empresa prioriza mantener el foco en la elaboración de empanadas, su producto insignia, y reconoce el potencial de introducir nuevos sabores y variantes dentro de la misma categoría. En este sentido, mencionó planes concretos de lanzamiento de nuevos sabores en el corto plazo, siempre bajo la premisa de conservar la identidad de calidad y frescura que distingue a la marca.

Consolidación de la estrategia comercial y de marca:

La visión del director pone especial énfasis en fortalecer la presencia en puntos de venta propios, considerados estratégicos tanto para la rentabilidad como para la construcción de marca. Paralelamente, se proyecta un trabajo más intensivo con cadenas de supermercados y estaciones de servicio, aunque reconociendo que estos canales presentan márgenes más ajustados.

El entrevistado también destacó la importancia de continuar con acciones de marketing directo, eventos y activaciones (por ejemplo, participación en ferias, foodtrucks y concentraciones estacionales), las cuales contribuyen a mantener el vínculo con el consumidor y posicionar la marca como sinónimo de un producto confiable.

A través de estas iniciativas, la empresa busca transformar su capacidad ociosa en una ventaja competitiva a través de la eficiencia operativa, utilizando la infraestructura existente para sostener un crecimiento comercial sin requerir grandes inversiones adicionales. Este enfoque estratégico se alinea con la lógica de la TOC, que propone elevar la restricción en este caso, la demanda mediante acciones específicas que aumenten el flujo global del sistema.

6.3 VALIDACIÓN DEL ENFOQUE METODOLÓGICO

La incorporación del componente cualitativo, mediante la entrevista al director general, permitió validar los resultados del análisis cuantitativo y otorgar mayor profundidad interpretativa al estudio. La triangulación metodológica evidenció una coherencia clara entre los datos operativos y la percepción de la dirección sobre los desafíos actuales del sistema productivo.

El discurso del entrevistado aportó una visión estratégica que trasciende lo operativo y enfatiza la relación entre eficiencia interna y competitividad externa. Si bien los datos demuestran un proceso técnicamente robusto y con amplios márgenes de capacidad, el

director general plantea que la mejora continua en la planta sigue siendo prioritaria. Su objetivo es alcanzar una mayor eficiencia operativa, reduciendo costos y desperdicios, de modo que el incremento de la productividad no dependa de nuevas inversiones, sino de una gestión más racional de los recursos disponibles.

A la vez, la dirección identifica que el crecimiento sostenible no se limita a la optimización interna, sino que debe complementarse con una estrategia de expansión comercial. En este sentido, señala la necesidad de abrir nuevos canales de distribución, diversificar la oferta de productos y ampliar la presencia territorial de la empresa, aprovechando la capacidad instalada y la calidad consolidada del producto.

Esta articulación entre la eficiencia técnica y el desarrollo comercial reafirma la importancia de adoptar una mirada sistémica de la gestión, donde la mejora de procesos, la calidad del producto y la estrategia de mercado actúan como componentes interdependientes de un mismo sistema.

El análisis conjunto de los resultados cuantitativos y la visión directiva permite concluir que la empresa se encuentra en una etapa de madurez operativa, en la que la restricción interna vinculada a la capacidad ha sido superada, y el eje de mejora se desplaza hacia la eficiencia de costos y el crecimiento de la demanda.

En consecuencia, la restricción externa, representada por el mercado, se convierte en el principal desafío y, al mismo tiempo, en la oportunidad de expansión más significativa. La organización cuenta con procesos estables, calidad reconocida y capacidad instalada suficiente para absorber aumentos de producción sin comprometer su desempeño técnico.

De este modo, la estrategia empresarial se orienta a incrementar el flujo del sistema no solo mediante el fortalecimiento de la presencia geográfica, la diversificación de sabores y la

consolidación de la marca, sino también a través de una mayor eficiencia productiva que contribuya a la reducción de costos y al aumento de la rentabilidad.

Este capítulo confirma la validez del diagnóstico técnico y amplía su alcance hacia el plano estratégico, integrando la perspectiva directiva como un elemento clave para la sostenibilidad y el crecimiento futuro de la empresa.

7. CONCLUSIONES

En función de los objetivos planteados y la hipótesis inicial, los resultados del estudio permitieron validar los tiempos de ciclo de cada etapa del proceso y confirmar que la planta cuenta con capacidad suficiente para atender la demanda actual. Si bien en la formulación del problema se preveía que las amasadoras constituían el cuello de botella central, el análisis detallado evidenció que estas no representan una limitante crítica bajo las condiciones actuales de producción. El análisis técnico-operativo demuestra que la planta productiva presenta una capacidad instalada notablemente superior a la utilizada. La evaluación detallada por etapas (amasado, laminado, afinado, etc.) permitió identificar el cuello de botella: aquel proceso cuya capacidad efectiva es menor que la demanda. En nuestro caso, los escenarios operativos reflejaron que la capacidad de producción actual (1.700 kg en 9 horas $\approx$ 189 kg/h) es mucho menor que la capacidad técnica de las máquinas. Esto implica una amplia holgura operativa o capacidad ociosa –definida como la porción de capacidad instalada no utilizada, lo cual representa recursos ociosos y costos fijos innecesarios. En términos ideales, la planta debería operar cerca del 100 % de su capacidad instalada y vender la totalidad de lo producido no obstante, el uso real está por debajo de ese umbral, confirmando espacios para mejorar la eficiencia operativa.

Las conclusiones del análisis confirman que la restricción principal del sistema no se origina en la planta, sino en el mercado. En otras palabras, la empresa tiene capacidad sobrante para aumentar la producción, pero el límite es la demanda externa. Esto coincide con la Teoría de las Restricciones, la cual distingue entre limitaciones internas (equipos, personal, procesos) y externas (demanda insuficiente de mercado). En este caso, la meta de la planta es producir

para vender, y el elemento limitante resulta ser el mercado local. Por tanto, el eslabón más débil está fuera del proceso de producción (en las ventas) y no dentro de él, lo cual orienta las estrategias hacia la generación de nueva demanda.

El enfoque de mejora seguido se basó en los cinco pasos de la teoría de las restricciones, aplicados al caso concreto. A partir de esta lógica, no sólo se identificó que la restricción principal se encuentra en el mercado, sino que también se propusieron ideas y acciones orientadas a su gestión. Entre ellas se destacan estrategias para explotar la demanda actual (maximización de ventas existentes), subordinar las operaciones internas a esa restricción (alineando procesos al ritmo real de pedidos), y elevar la restricción mediante iniciativas de crecimiento, tales como diversificación de productos, expansión geográfica y generación de nuevas alianzas comerciales e institucionales. De esta manera, los cinco pasos no quedaron en un marco conceptual abstracto, sino que se tradujeron en lineamientos prácticos que la organización podría implementar para transformar su capacidad ociosa en oportunidades de crecimiento.

El análisis conjunto de los resultados cuantitativos y la visión del director general permite concluir que la empresa se encuentra en una etapa de madurez operativa y que el eje de mejora se desplaza hacia el desarrollo comercial y la expansión de la demanda. La restricción externa, representada por el mercado, se convierte en el principal desafío y, al mismo tiempo, en la oportunidad de crecimiento más significativa. La organización cuenta con procesos estables, una calidad reconocida y capacidad instalada suficiente para absorber aumentos de producción sin comprometer su desempeño técnico.

Un aspecto especialmente relevante del estudio fue que la hipótesis inicial no se cumplió. Este hecho, lejos de representar una dificultad, abrió un nuevo horizonte de análisis. La expectativa original era encontrar la restricción en las amasadoras; sin embargo, la evidencia empírica

demostró lo contrario. Y fue precisamente este hallazgo inesperado lo que permitió descubrir la verdadera naturaleza del sistema, revelando la existencia de una restricción externa: el mercado. Esta situación dio lugar a un proceso de reflexión más amplio, en el que el equipo de trabajo transformó la sorpresa inicial en una oportunidad de aprendizaje e investigación complementaria.

Como plantea Eliyahu M. Goldratt (1990) en *The Haystack Syndrome: Sifting Information out of the Data Ocean*, muchas organizaciones concentran sus esfuerzos en buscar problemas donde no están, perdiéndose en la complejidad del sistema e ignorando la verdadera causa limitante. Evitar caer en este síndrome fue clave: el estudio permitió mirar más allá del estudio y comprender que la restricción no era técnica, sino estratégica. A partir de ello surgieron alternativas para explotar la restricción del mercado, en línea con las recomendaciones del propio Goldratt para enfrentar limitaciones externas.

La hipótesis no confirmada se convirtió en un punto de inflexión, permitiendo redescubrir el sistema desde una perspectiva más amplia y demostrando que los resultados inesperados, cuando se abordan con una mirada integral, pueden ser la fuente más fértil de conocimiento y mejora organizacional.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dettmer, H. W. (1997). *Goldratt's theory of constraints: A systems approach to continuous improvement*. ASQ Quality Press.

Goldratt, E. M. (1997). *Cadena crítica*. Díaz de Santos.

Goldratt, E. M., & Cox, J. (2004). *La meta: Un proceso de mejora continua* (3.^a ed.). Díaz de Santos.

Goldratt, E. M., & Fox, R. E. (2002). *No es cuestión de suerte*. Díaz de Santos.

Goldratt, E. M., & Weiss, R. (2001). *El síndrome del pajar: Cómo enfocar el esfuerzo de la empresa para mejorar los resultados*. Díaz de Santos.

Goldratt Consulting. (s. f.). *Theory of constraints overview*. Recuperado en octubre de 2025, de <https://www.goldrattconsulting.com/theory-of-constraints>

Lean Enterprise Institute. (s. f.). *What is lean thinking?* Recuperado en octubre de 2025, de <https://www.lean.org/explore-lean/what-is-lean-thinking>

Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.

Páramo Morales, D. (2025). *Los asesores*. Klasse Editorial.

Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.

Scharffen Berger Chocolate Maker. (2005). *Harvard Business School case 9-606-043*.

Harvard Business School Publishing.

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Administración de operaciones*. Pearson Educación.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Cómo utilizar el pensamiento lean para eliminar desperdicios y crear valor en la empresa*. Gestión 2000.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.

Entrevista al Director General de la planta de producción de masa no fermentada (comunicación personal, setiembre de 2025).

Documentos internos y registros operativos de la planta Bocatti (Canelones, Uruguay, 2025).

9. ANEXOS

9.1 TRANSCRIPCIÓN DE LA ENTREVISTA AL DIRECTOR GENERAL DE BOCATTI

Fecha y hora: Martes 30 de setiembre de 2025 / 11.30 hs

Ubicación: Planta de elaboración de empanadas Bocatti, La Paz, Canelones.

Participantes: Christian Migliónico (Director general de Bocatti), Valentina Faggiani y Javier Gonzalez.

Objetivo de la entrevista: Estrategia, eficiencia y visión de crecimiento.

Valentina: Primero queríamos contarte los resultados del relevamiento que hicimos y, a partir de ahí, hacerte algunas preguntas. Decidimos dejar la entrevista para el final porque muchas dudas surgieron recién cuando tuvimos los datos. Medimos todas las etapas del proceso de la masa —amasado, laminado, tiempo de reposo, descarga, etc. y calculamos las capacidades para identificar el cuello de botella. Concluimos que, hoy, el cuello está en la cinta de descanso. Es la etapa más lenta, y entendemos que tiene fundamentos de calidad (textura, manipulación, limpieza de rodillos, etc.).

También observamos que el tiempo de reposo no está estandarizado: “se deja un rato” y varía según el flujo o la demanda del día. Idealmente debería existir un tiempo mínimo definido entre pasadas por rodillo. Si fijáramos, por ejemplo, entre 20 y 30 minutos, el cuello de botella pasaría al primer tren de laminado. Si en cambio definiéramos 40 minutos o más, el cuello seguiría siendo la cinta de descanso, por razones obvias.

Christian: Es un análisis muy interesante. En líneas automáticas de panificación, de alta producción, el reposo suele estar bien definido y coordinado con la velocidad de línea. Entre pasada y pasada, es común un descanso del orden de 20 minutos. En nuestro caso, es cierto que el reposo varía; tenemos un margen de maniobra operativo, pero también hay una búsqueda constante de equilibrio entre calidad y productividad.

La planta hoy tiene una capacidad instalada muy superior a lo que efectivamente estamos produciendo. Es decir, sí, estamos operando por debajo del potencial. Eso no necesariamente es negativo, porque nos da margen para responder a picos de demanda o crecer sin inversiones inmediatas. Pero también genera la sensación de que hay mucho recurso ocioso.

Javier: Al inicio, cuando comenzamos a tomar medidas, creímos que el cuello estaba pesado, porque las amasadoras tenían mucha salida y una persona no daba abasto para mezclar 60/40 (recorte/virgen). Pero al analizar el flujo completo vimos que ese cuello inducía otros más restrictivos aguas abajo. Lo que más llama la atención es la capacidad ociosa: en etapas como afinado, la diferencia entre capacidad instalada y demanda es enorme.

Christian: Sí, eso es algo que observamos también. Tenemos líneas con capacidad ociosa deliberada, porque preferimos sobredimensionar para asegurar calidad y homogeneidad, aunque el mercado local sea chico y cueste crecer. Sin embargo, debemos seguir bajando costos sin sacrificar calidad; ahí es donde la eficiencia y la tecnología juegan un rol central.

Cuando comparamos nuestra capacidad real con la potencial, la brecha es muy grande. Esa diferencia nos muestra que el problema no es técnico, sino comercial. En la práctica, lo que nos limita hoy es la velocidad y el alcance con que logramos colocar el producto.

Valentina: Nuestro tutor coincidió en que la restricción podría estar fuera de la planta, en la demanda.

Christian: Totalmente. Coincido con esa visión. Podemos seguir mejorando internamente, pero sin una estrategia comercial sólida, el crecimiento es limitado. Muchas empresas comienzan como fábricas y terminan siendo negocios comerciales que innovan constantemente. La clave está en desarrollar canales, innovar en el producto y construir una marca fuerte.

Valentina: ¿Qué acciones concretas están impulsando para fortalecer la demanda?

Christian: Hemos trabajado fuerte en abrir más puntos de venta propios, fortalecer las franquicias y apostar al delivery con seguimiento en tiempo real. También participamos en eventos, activaciones, *foodtrucks* y ferias, además de fortalecer nuestra presencia digital. Hoy contamos con sistemas de *tracking* que miden el tiempo total desde el pedido hasta la entrega (objetivo: ≤ 40 minutos) y permiten visualizar la flota en tiempo real.

Además, implementamos herramientas de propinas electrónicas y beneficios para fidelizar choferes, y reforzamos la capacitación. En organización, profesionalizamos el área comercial y reestructuramos la gestión de locales. Todo apunta a consolidar una red más eficiente y orientada al cliente.

Javier: ¿Y respecto a nuevos productos o diversificación?

Christian: Preferimos enfocarnos en lo que sabemos hacer bien. Somos especialistas en empanadas de buena calidad, y nuestra prioridad es innovar dentro de esa categoría: nuevos sabores, formatos, empaques y campañas. La diversificación sin foco puede diluir la identidad de la marca. De todas formas, exploramos alianzas estratégicas con proveedores clave y cadenas de distribución para lanzar líneas más competitivas en precio, sin resignar calidad.

También hemos considerado licitaciones institucionales y acuerdos con supermercados. Este último canal da volumen y visibilidad, pero tiene márgenes muy ajustados. Por eso los locales propios siguen siendo esenciales para construir marca y capturar valor.

Valentina: En relación con las inversiones, ¿dónde están poniendo el foco hoy?

Christian: En este momento, tiene más sentido invertir en estrategias de mercado que en capacidad interna. La planta ya está equipada y con buena tecnología. Lo que necesitamos es colocar más producto, llegar a más clientes y fortalecer el marketing. Claro que seguimos mejorando procesos internos para ser más eficientes y reducir costos, pero la prioridad está afuera: en la demanda y la expansión comercial.

Valentina: ¿Y cómo se imaginan la empresa a mediano plazo?

Christian: En cinco años me imagino una planta con mayor utilización de su capacidad, más automatizada en ciertas áreas, pero sobre todo con una marca más consolidada en Uruguay e incursionando en la región. Queremos crecer en volumen, puntos de venta y presencia en el interior, con un modelo comercial sólido que nos permita competir de igual a igual con otros productos alternativos.

A nivel estratégico, el reto central es comercial: ampliar la red de puntos de venta propios, fortalecer la presencia en el interior, innovar dentro de la categoría y competir en precios sin perder calidad.