



**Propuesta de mejora del proceso exudación del pollo crudo bajo enfoque Lean y Six
Sigma en la empresa Grupo Alimentar Procesar SAS**

Luis Emilio Barrera Ávila

Steven Rodolfo Ramos Bautista

Paula Andrea Rodríguez Sierra

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ingeniería de Procesos

Bogotá, Colombia

26/agosto/2024

**Propuesta de mejora del proceso exudación del pollo crudo bajo enfoque Lean y Six
Sigma en la empresa Grupo Alimentar Procesar SAS**

Luis Emilio Barrera Ávila

Steven Rodolfo Ramos Bautista

Paula Andrea Rodríguez Sierra

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Ingeniería de Procesos

Director (a):

Pablo Cesar Ocampo Vélez

Modalidad:

Trabajo Dirigido – Intervención Empresarial

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ingeniería de Procesos

Bogotá, Colombia

26/agosto/2024

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

A nuestros seres queridos, por confiar incondicionalmente en nuestras capacidades y recordarnos continuamente que la disciplina y mejora continua tiene sus recompensas.

Hazlo lo mejor que puedas hasta que sepas más. Cuando sepas más, hazlo mejor.

Maya Angelou

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias ante todo por su apoyo incondicional para completar este logro satisfactoriamente; a los profesores y compañeros, quienes, a lo largo de la maestría, contribuyeron con sus experiencias, enseñanzas, conocimientos y aportes a nuestro desarrollo profesional.

Resumen

En este trabajo se describe la intervención empresarial realizada en la empresa Grupo Alimentar Procesar SAS, pyme del sector de alimentos dedicada a la compra y venta de productos avícola. Esta intervención se centró en analizar una de las problemáticas de la producción de carnes crudas: el exudado o pérdida de fluido por goteo o merma, que es un fenómeno natural del producto; y cómo desde el proceso productivo y su diseño se podrían establecer mejoras para mitigar los sobrecostos derivados de la exudación. La organización en el último año ha presentado sobrecostos de más del 18% en su producción debido a esta merma, la cual ha impactado significativamente las tarifas de comercialización y la visualización y participación en el mercado de la industria cárnica que es altamente competitivo con sus precios. Por consiguiente, se estableció diseñar una propuesta de mejora del proceso productivo y de transformación del pollo crudo para la reducción de los sobrecostos por la exudación utilizando la metodología *Lean Six Sigma*; bajo la premisa investigativa de si es posible o no reducir los costos del proceso productivo mediante el rediseño del proceso alineado a la mejora de la merma del pollo. Durante el desarrollo, se identificaron referentes teóricos como la exudación de pollo, metodologías y herramientas de mejoramiento de procesos, buenas prácticas en la industria alimentaria, entre otros; se estableció el diseño metodológico de la investigación y se gestionó el diagnóstico organizacional aplicando los lineamientos de *Lean Six Sigma DMAIC*, validando su definición, medición y análisis que permitieron tener un panorama del estado actual de los procesos en la organización; y finalmente, se estructuró una propuesta de diseño del proceso productivo eficiente y su plan de implementación para minimizar la pérdida por exudación del pollo crudo, aplicando la metodología seleccionada.

Palabras clave: producción, exudación, transformación, Lean Six Sigma, eficiencia, alimentos, DMAIC

Abstract

This thesis describes the business intervention carried out in the company Grupo Alimentar Procesar SAS, a Food Industry Pyme dedicated to commercialize poultry products. This intervention focused on analyzing one of the problems in the production of raw meat: exudation, drip loss or loss of fluid due to dripping or shrinkage, which is a product natural phenomenon; and how improvements could be established from the production process and its design to mitigate cost overruns derived from exudation. Currently, the organization has presented cost overruns in its production due to this decrease, which has significantly impacted marketing rates and the visualization and market participation of the meat industry, which is highly competitive with its prices. Consequently, it was established to design a proposal to improve the production and transformation process of raw chicken to reduce extra costs due to exudation using the Lean Six Sigma methodology; under the investigative premise of whether or not it is possible to optimize the costs of the production process by redesigning the process aligned with the reduction of chicken waste. During the development, theoretical references were identified such as chicken exudation, process optimization methodologies and tools, good practices in the food industry, among others; The methodological design of the research was established and the organizational diagnosis was managed applying the Lean Six Sigma DMAIC guidelines, validating its definition, measurement and analysis that allowed for an overview of the current state of the processes in the organization; and finally, a design proposal for the efficient production process and its implementation plan were structured to minimize the loss due to exudation of raw chicken, applying the selected methodology.

Keywords: *production, exudation, transformation, Lean Six Sigma, efficiency, food, DMAIC*

Contenido

	Pág.
Introducción	12
Objetivos	13
<i>Objetivo general</i>	<i>13</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>13</i>
Justificación	14
Marco Institucional.....	16
<i>Presentación empresarial.....</i>	<i>16</i>
<i>Análisis del sector.....</i>	<i>25</i>
Marco de Referencia.....	31
<i>Introducción al proceso de exudación del pollo crudo</i>	<i>31</i>
<i>Optimización del proceso en la industria.....</i>	<i>32</i>
<i>Seis Sigma.....</i>	<i>34</i>
<i>Lean Manufacturing</i>	<i>35</i>
<input type="checkbox"/> <i>Buscar la perfección en todos los aspectos del proceso.</i>	<i>36</i>
<i>VSM - Value Stream Mapping.....</i>	<i>37</i>
<i>BPMN.....</i>	<i>42</i>

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO EXUDACIÓN DEL POLLO CRUDO BAJO ENFOQUE SIX SIGMA EN LA EMPRESA GRUPO ALIMENTAR PROCESAR SAS	10
<i>Herramientas y metodología de mejora de procesos</i>	44
<i>Procesos industriales sostenibles</i>	46
<i>Pestel</i>	47
<i>Estadística y probabilidad</i>	48
<i>Buenas prácticas de procesos en la industria alimentaria</i>	50
<i>Sistema HACCP</i>	52
<i>El Codex Alimentario</i>	54
<i>Norma ISO 22000:2018</i>	54
Diseño Metodológico	57
<i>Tipo de investigación</i>	57
<i>Análisis externo</i>	59
<i>Análisis interno</i>	60
<i>Población, muestra y ficha técnica</i>	62
<i>Identificación de las variables</i>	63
<i>Instrumento de medición</i>	66
<i>Validación del instrumento de medición</i>	68
<i>Recolección de variables del proceso</i>	70
Diagnóstico Organizacional	72
<i>Contextualización de las fases D – Definir, M – Medir y A – Analizar</i>	72

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO EXUDACIÓN DEL POLLO CRUDO BAJO ENFOQUE SIX SIGMA EN LA EMPRESA GRUPO ALIMENTAR PROCESAR SAS	11
<i>Encuesta organizacional de procesos</i>	73
<i>Diagrama de espagueti</i>	75
<i>SIPOC</i>	76
<i>Business Process Modeling and Notation (BPMN)</i>	78
<i>Value Stream Mapping Presente (VSM)</i>	80
Definir una familia de productos	80
Diseño del Databox.....	84
Cálculo del Takt Time	85
Creación del el Value Stream Mapping (VSM).....	87
Análisis del VSM.....	89
<i>Medición y Análisis estadístico</i>	91
Análisis univariado	92
Análisis bivariado	94
<i>Análisis PESTEL</i>	95
<i>Mapa de Empatía</i>	98
<i>Mapa de stakeholders</i>	100
<i>Análisis de resultados</i>	101
<i>Alternativas de Mejora (I-Improve)</i>	104
Plan de Intervención	109
<i>Sistema de Gestión Integral</i>	109

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO EXUDACIÓN DEL POLLO CRUDO BAJO ENFOQUE SIX SIGMA EN LA EMPRESA GRUPO ALIMENTAR PROCESAR SAS	12
<i>Diseño de proceso</i>	110
Método de programación de la producción	110
Método de medición de la producción.....	111
Control estadístico del proceso	112
Balanceo de línea	112
Simulación:	112
Lote de pedido	113
Validación de la propuesta.....	114
<i>Análisis financiero de la propuesta</i>	116
<i>VSM Futuro de Procesar</i>	117
<i>Plan de implementación</i>	121
Conclusiones y Recomendaciones	125
<i>Conclusiones</i>	125
<i>Recomendaciones</i>	127
Planificación de la producción.....	127
Control del proceso	127
Estandarización de procesos:	128
Definición de puntos críticos de control:	128
Mejora de la gestión de materiales:	128
Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos:.....	128
Implementación de un sistema de medición	129
<i>Futuras investigaciones</i>	129

Referencias.....	130
Anexo A. Instrumento de medición para el diagnóstico organizacional	143
Anexo B. Formatos elaborados para recolección de datos del proceso productivo.....	148
Anexo C. Validación del instrumento de medición.....	154
Anexo D. Resumen de datos recolectados.....	161
Anexo E. Análisis financiero de la propuesta.....	162
Anexo F. Registros fotográficos del proceso productivo y la planta de producción.....	165

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1	17
Figura 2	18
Figura 3	19
Figura 4	20
Figura 5	21
Figura 6	22
Figura 7	23
Figura 8	24
Figura 9	25
Figura 10	27
Figura 11	28
Figura 12	33
Figura 13	43
Figura 14	49
Figura 15	50
Figura 16	52
Figura 17	53

Figura 18	55
Figura 19	58
Figura 20	59
Figura 21	61
Figura 22	65
Figura 23	74
Figura 24	75
Figura 25	76
Figura 26	77
Figura 27	79
Figura 28	82
Figura 29	83
Figura 30	87
Figura 31	88
Figura 32	90
Figura 33	92
Figura 34	92
Figura 35	93

Figura 36	94
Figura 37	99
Figura 38	100
Figura 39	102
Figura 40	103
Figura 41	105
Figura 42	113
Figura 43	115
Figura 44	115
Figura 45	117
Figura 46	118
Figura 47	120
Figura 48	122

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1	24
Tabla 2	26
Tabla 3	29
Tabla 4	30
Tabla 5	37
Tabla 6	62
Tabla 7	64
Tabla 8	68
Tabla 9	69
Tabla 10	73
Tabla 11	80
Tabla 12	81
Tabla 13	82
Tabla 14	84
Tabla 15	85
Tabla 16	89
Tabla 17	90

Tabla 18	95
Tabla 19	96
Tabla 20	102
Tabla 21	112
Tabla 22	114
Tabla 23	121
Tabla 24	122

Introducción

El consumo de carnes de aves en el mundo y en Colombia, ha experimentado en las últimas décadas un importante aumento, dentro de la producción mundial de carnes, la de pollo ocupa el 40% del total producido cada año (Fenavi, 2023). En Colombia para el año 2020 la producción de carne de pollo fue de 1620 toneladas y un consumo per-capital de 31,8 Kg/año, con un crecimiento del 7,3% anual ubicándose por encima de la carne bovina y la carne de cerdo (Ávila et al.,2022). Esto demuestra la importancia del producto como una de las proteínas de origen animal que más se consume diariamente y que seguirá en aumento gracias a sus propiedades nutricionales que obligan al sector avícola a aumentar la eficiencia de toda su cadena productiva.

En los últimos tres años, la compañía Procesar SAS ha tenido sobrecostos aproximados del 18% principalmente por el proceso natural de exudación del pollo, significando a nivel de mercado un alza en los precios al consumidor, pérdida de competitividad y un crecimiento lento como actor dentro de la industria cárnica.

Este trabajo se centró en mejorar el proceso productivo de la compañía Procesar SAS con el objetivo de reducir los costos asociados a la merma por exudación. Se empleó un enfoque de investigación cuantitativa y descriptiva, realizando un muestreo exhaustivo de las variables del proceso. Utilizando diversas metodologías y herramientas de ingeniería de procesos, como Lean y Six Sigma, se logró mejorar el control de las operaciones y la gestión de recursos. Como parte de las mejoras, se implementó un control en la producción, enfocado en la reducción de tiempos de espera causados por cuellos de botella, mediante la incorporación de tecnología de marinado y la introducción de formatos de trazabilidad para monitorear las variables que influyen en la merma.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora del proceso de transformación de carne de pollo para la reducción de los sobrecostos por la exudación utilizando la metodología Lean y Six Sigma en la empresa Grupo Alimentar Procesar SAS.

Objetivos específicos

- OE1: Identificar en la literatura los referentes teóricos necesarios de mejoras de un proceso productivo, derivando de esta revisión las variables que enmarcan la investigación.
- OE2: Diagnosticar el proceso productivo actual basado en las metodologías Lean y Six Sigma identificando las variables que afecten la merma por exudación del pollo.
- OE3: Estructurar una propuesta de mejora del proceso productivo para minimizar la pérdida por exudación del pollo crudo.
- OE4: Establecer un plan de implementación para proceso productivo propuesto basado en las metodologías Lean y Six Sigma.

Justificación

Una de las metas organizacionales de Procesar SAS consiste en obtener un mejor posicionamiento en el sector y ampliar su participación en el mercado (Alimentar Procesar, 2022); para esto, es necesario realizar diagnósticos de cómo se encuentra el proceso productivo actual, así como tener referentes de buenas prácticas del sector y establecer qué elementos se podrían aplicar en un plan de mejora continua (Huilcapi & Gallegos, 2020). Al responder si se pueden mejorar los costos del proceso productivo reduciendo la merma por exudación del pollo, la empresa tendrá un marco para decidir si se cumple este objetivo y contar con una base sólida de referentes teóricos para la mejora metodológica de sus procesos. Es relevante la realización de este proyecto dado que podrán obtener un diagnóstico, una propuesta de cambio en el proceso productivo y un plan de implementación para mejorar el proceso de exudación del pollo crudo, y así crear una estrategia de trabajo a corto plazo.

Con este proyecto se logró analizar los costos del proceso productivo mediante la reducción de la merma por exudación del pollo dado que, en un entorno altamente competitivo como la industria de alimentos colombiana, la reducción de costos puede marcar la diferencia en la rentabilidad (Martínez, 2017). En el estudio de mercado realizado por García en el 2019, se vislumbró que las empresas que optimizan sus procesos tienden a ofrecer productos de mayor calidad y a precios más competitivos, lo que les permite posicionarse en el mercado, retener a sus clientes existentes y ampliar su espectro de clientes potenciales. La industria nacional está experimentando cambios constantes en las preferencias del consumidor y las tendencias de mercado. Rodríguez (2021) destacó que la mejora de procesos permite a las pymes adaptarse

rápidamente a estas tendencias, actualizando sus productos y servicios de manera más ágil y eficiente frente a características de calidad y cumplimiento normativo. Los consumidores valoran la calidad de los alimentos cárnicos, y las empresas que implementan mejoras en sus procesos pueden ofrecer productos más frescos y consistentes (García, 2019).

Marco Institucional

A continuación, se encuentra la descripción de la empresa Procesar SAS teniendo en cuenta aspectos relacionados con la presentación de la organización, su misión y visión, estructura organizacional, e información relevante para el entendimiento del negocio. Al final, se realiza un análisis del sector al que pertenece y la posición de Procesar en el mercado.

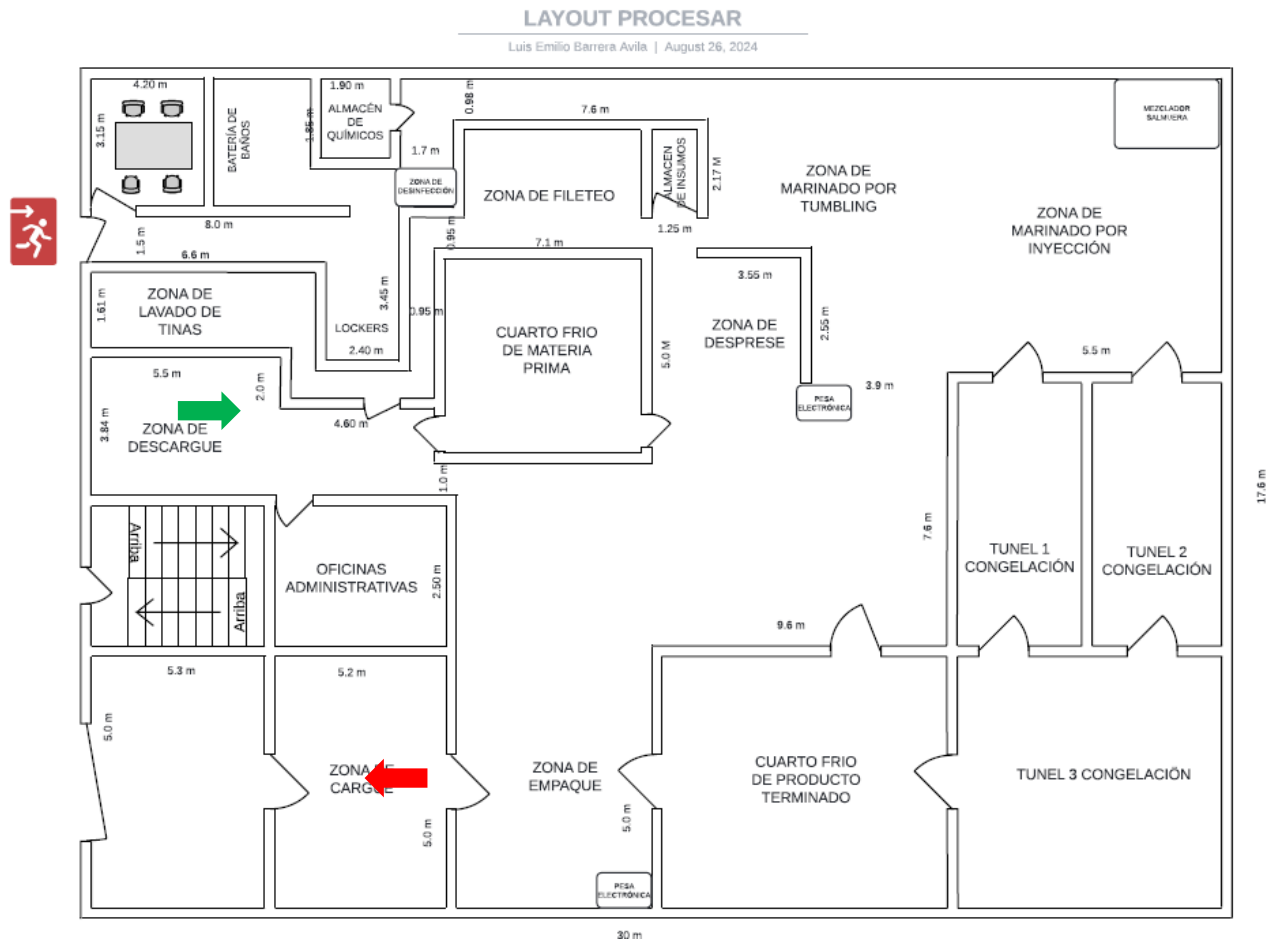
Presentación empresarial

La empresa analizada es una pyme que pertenece al sector de alimentos, especializada en la compra, procesamiento y venta de productos avícolas, centrándose en pollo entero y por presas. Además, se destaca por su capacidad de procesamiento, que incluye el fileteo, deshueso y marinado de productos avícolas, bovinas y cerdo según las necesidades de sus clientes, de acuerdo con lo estipulado en su actual registro mercantil, su estrategia corporativa y su direccionamiento estratégico (Alimentar Procesar, 2022).

Procesar SAS cuenta con una planta de procesamiento ubicada en Madrid Km 7 vía madure Puente piedra Cundinamarca y tiene locales de venta en Bogotá en abastos y en la plaza de las flores. Ofrece empleo estable a 50 personas entre hombres y mujeres, con una facturación anual promedio de \$4'800.000.000. La empresa se enorgullece de ofrecer productos avícolas frescos alta calidad e inocuidad, respaldados por rigurosos estándares de seguridad alimentaria. En el presente marco institucional, se toma como referencia la estrategia corporativa y direccionamiento estratégico del año 2022, que pertenece a la documentación interna de la compañía.

Figura 1

Layout Planta de Producción de Alimentar Procesar SAS



Nota. Elaboración propia, representación gráfica de la Planta de Producción del Grupo Alimentar Procesar basado en la información obtenida en las visitas a la planta y en la documentación interna de la compañía: la estrategia corporativa y el direccionamiento estratégico del año 2022.

En la figura 1, se puede observar uno de los principales recursos de la empresa: la planta de producción con una extensión de 600 m², la cual está diseñada para garantizar la fabricación de productos inocuos mitigando los riesgos de contaminación. Allí cuenta con áreas destinadas hacia cada uno de los procesos desde la recepción de materias primas hasta los muelles de despacho

de producto terminado hacia los clientes. Se cuenta con una zona de lavado de tinajas, una zona de descarga y un cuarto frío para materia fría, que lleva a una zona para los procesos de despiece y fileteo de acuerdo con los requerimientos del producto a tratar, un espacio para el marinado y la inyección, los tres túneles de congelación y el cuarto frío de producto terminado junto con la zona de empaque y carga. En el mismo edificio están las oficinas administrativas y una zona social para el esparcimiento de los colaboradores en tiempos de descanso.

De acuerdo con la unidad visionaria de Alimentar Procesar SAS (2022), se ha propuesto la misión de convertirse en un líder destacado en la industria avícola. Su compromiso con la sostenibilidad y el desarrollo del personal se eligen como pilares fundamentales en su búsqueda de la excelencia en este sector. Por parte de la visión de la empresa, esta está firmemente enfocada en la expansión hacia nuevos mercados y la diversificación de productos y servicios.

Figura 2

Misión y Visión Alimentar Procesar SAS

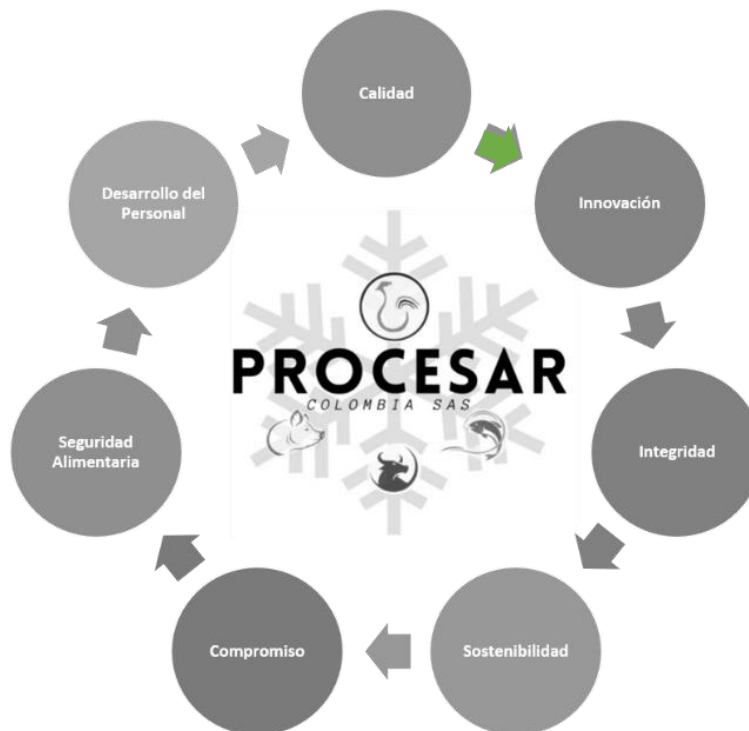


Nota. Elaboración propia, representación gráfica de la misión y visión del Grupo Alimentar Procesar basado en la información contenida en la documentación interna de la compañía: la estrategia corporativa y direccionamiento estratégico del año 2022.

Los valores que guían a la empresa se centran en proporcionar productos de la más alta calidad y brindar servicios excepcionales en todo momento, siempre basados en principios de honestidad y transparencia como se sintetiza en la figura 3. La empresa está dedicada a fomentar la mejora continua en sus procesos y productos, con un enfoque en cumplir y superar las expectativas de sus clientes. Además, se comprometen a garantizar la seguridad de los alimentos en todas las etapas del proceso, asegurando así la confianza de sus consumidores (Alimentar Procesar, 2022).

Figura 3

Valores corporativos del Grupo Alimentar Procesar SAS

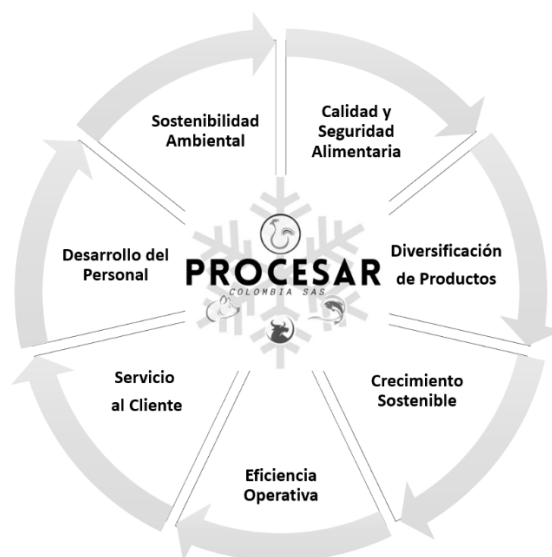


Nota. Elaboración propia, representación gráfica de los valores corporativos del Grupo Alimentar Procesar basado en la información contenida en la documentación interna de la compañía: la estrategia corporativa y direccionamiento estratégico del año 2022.

A través de sus objetivos estratégicos detallados en la figura 4, la empresa se esfuerza constantemente por elevar los estándares de calidad y seguridad alimentaria en todos sus productos y procesos. Además, tienen la ambición de ampliar su gama de productos avícolas para satisfacer las cambiantes demandas del mercado (Alimentar Procesar, 2022). Su enfoque se centra en identificar oportunidades de crecimiento sostenible, tanto en mercados emergentes como a través de alianzas estratégicas con otros actores del sector. Paralelamente, están comprometidos en mejorar la eficiencia en sus operaciones de producción y distribución, lo que no solo implica la reducción de costos, sino también la mejora de la experiencia del cliente a través de un servicio personalizado y entregas puntuales. Este compromiso se traduce en el fortalecimiento del desempeño y la integración de su talentoso equipo. Por último, la empresa está enfocada en la implementación de prácticas sostenibles en todas sus operaciones, al mismo tiempo que promueve activamente la responsabilidad ambiental y social en todas las etapas de su cadena de valor (Alimentar Procesar, 2022).

Figura 4

Objetivos estratégicos del Grupo Alimentar Procesar SAS

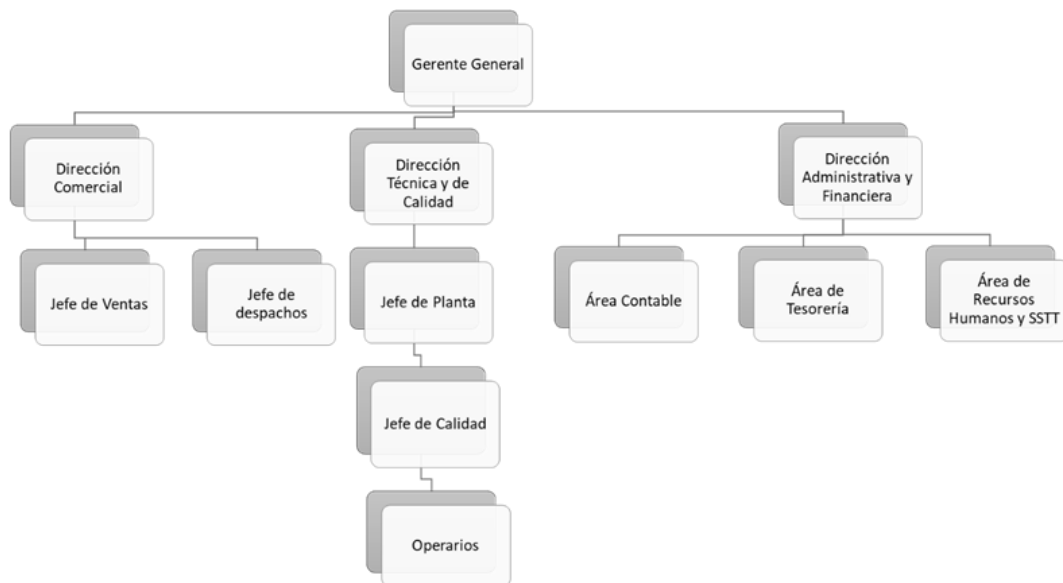


Nota. Elaboración propia, representación gráfica de los objetivos estratégicos del Grupo Alimentar Procesar basado en la información contenida en la documentación interna de la compañía: la estrategia corporativa y direccionamiento estratégico del año 2022.

La estructura organizacional de Alimentar Procesar SAS se configura de manera funcional, lo que significa que la empresa está organizada en función de las principales actividades o procesos que realiza (Álvarez, 2006). En esta estructura, las áreas funcionales se agrupan según su naturaleza y se encargan de tareas relacionadas como se observa en la figura 5 (Hellriegel, Jackson, Slocum, Finkowsky Mascaró, Sacristán y Anzola, E2017) y se tiene en cuenta por áreas operativas como el área comercial, calidad y producción, y el área administrativa y financiera.

Figura 5

Organigrama del Grupo Alimentar Procesar SAS



Nota. Elaboración propia, representación gráfica de la distribución jerárquica de cargos de Alimentar Procesar SAS basado en la información contenida en la documentación interna de la compañía: la estrategia corporativa y direccionamiento estratégico del año 2022.

Esta estructura funcional permite una clara división de responsabilidades y una gestión eficiente de cada aspecto del negocio (Álvarez, 2006). Cada área se enfoca en su competencia principal, lo que contribuye a la eficacia y la coordinación en toda la organización (Hellriegel, et al., 2017).

Figura 6

Mapa de Procesos Grupo Alimentar Procesar SAS



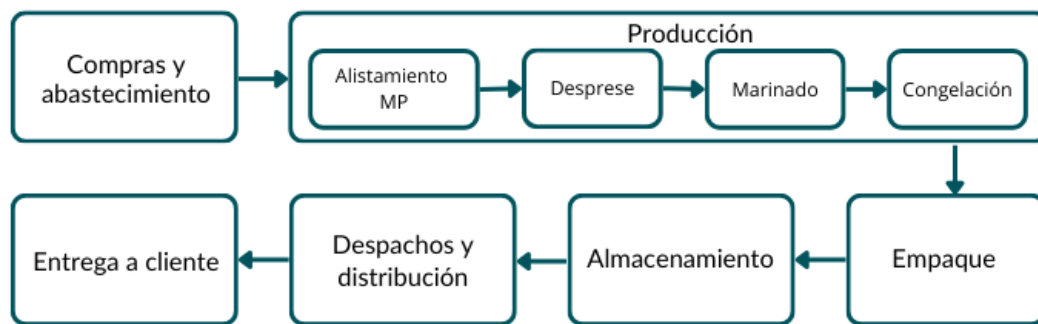
Nota: Elaboración propia, representación gráfica del mapa de procesos de Alimentar Procesar SAS basado en la información contenida en la documentación interna de la compañía: la estrategia corporativa y direccionamiento estratégico del año 2022.

De acuerdo con la figura 6, la empresa cuenta con tres procesos estratégicos alineados a establecer la planeación que cimienta los procesos misionales y de apoyo que satisfacen las necesidades del cliente y mercado: gerencia estratégica, dirección técnica y de calidad, y gerencia

comercial. Por otro lado, se cuenta con cuatro procesos misionales para llevar a cabo el objeto social de transformar y comercializar carnes crudas de pollo: compras, almacenamiento, gestión de producción, distribución y ventas. Finalmente, se cuenta con los procesos de apoyo alineados a prestar servicios y soluciones transversales a la organización: gestión financiera y contable, control, talento humano, sistemas y mantenimiento.

Figura 7

Flujo de Procesos misionales de Alimentar Procesar SAS



Nota: Elaboración propia, representación gráfica del flujo de procesos misionales de Alimentar Procesar SAS basado en la información contenida en la documentación interna de la compañía: la estrategia corporativa y direccionamiento estratégico del año 2022.

En los procesos misionales que se visualizan en la figura 7, se realizan las actividades afines a la adquisición, transformación y distribución del pollo crudo que desde ventas y gerencia comercial se gestiona. La empresa cuenta con productos marinados y no marinados de pollo entero o por presas, y adicional a ello, también se presta el servicio marinado como se puede observar en la tabla 1. Esto permite contar con variedad de productos que se adaptan a las necesidades de los clientes y a las especificaciones que puedan surgir.

Tabla 1

Productos y servicio del Grupo Alimentar Procesar SAS

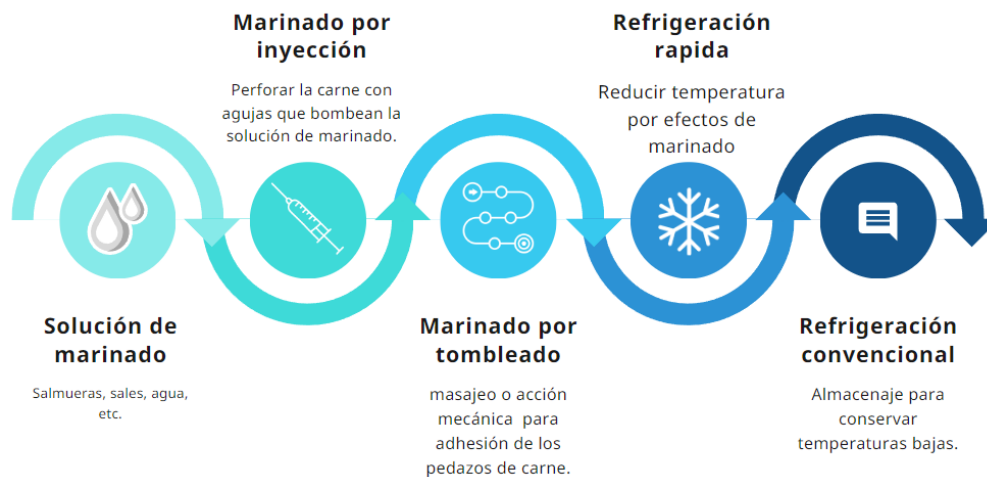
ITEM	PRODUCTOS MARINADOS	PRODUCTOS NO MARINADOS
1	Pollo entero	Pollo entero
2	Pollo por presas	Pollo por presas
3	Filete de pechuga / colombina / muslo /contramuslo	Menudencia completa
4	Marinado de carne bovina / cerdo	Molleja

Nota. Elaboración propia, catálogo de productos del Grupo Alimentar Procesar basado en la información contenida en la documentación interna de la compañía: la estrategia corporativa y direccionamiento estratégico del año 2022. En esta se encuentra descrita el catálogo de productos de carnes crudas ofertadas por parte de la organización.

Figura 8

Proceso de marinado

PROCESO DE MARINADO



Nota. Elaboración propia con base en los procesos de marinado de Procesar SAS

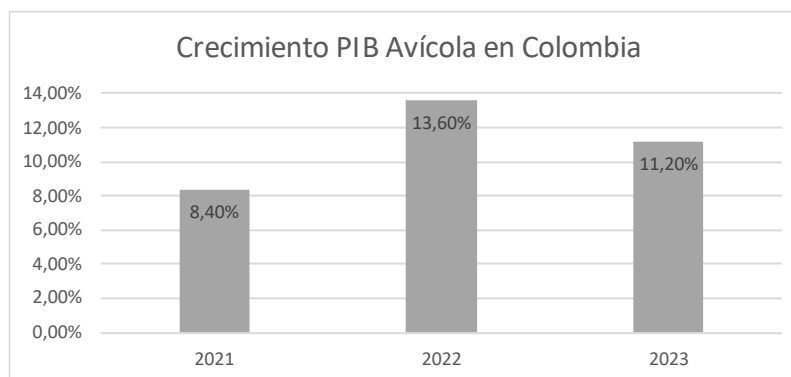
El servicio de marinado de carnes bovinas, cerdo y pollo es un proceso personalizado que se adapta a las indicaciones específicas de los clientes como se detalla en la figura 8. Ofrecen dos métodos de marinado, que son la inyección y el tombleado, además del masajeado si es requerido. El porcentaje de marinado que ofrecen varía según las necesidades del cliente, con un rango que va desde el 15% hasta el 40% de aumento en peso. Estos servicios de marinado permiten que los clientes personalicen los productos según sus preferencias y requisitos, garantizando la calidad que caracterizan a los productos Procesar SAS.

Análisis del sector

El sector de alimentos cárnicos en Colombia es uno de los más importantes de la economía nacional, representando el 2,6% del PIB y generando más de 1,2 millones de empleos directos e indirectos (DANE, 2023). En este contexto y lo estipulado en la ANDI (2023), las pequeñas y medianas empresas (pymes) desempeñan un papel fundamental, ya que representan el 95% del total de empresas del sector y generan el 60% del empleo.

Figura 9

Crecimiento PIB Avícola



Nota. Elaboración propia basado en el reporte de Fenavi del año 2023 donde se compara el comportamiento del PIB en los años 2021 al presente año 2023.

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el informe de Fenavi (2023), el consumo per cápita de carne de pollo en Colombia ha aumentado en los últimos cinco años, pasando de 19,2 kg en 2018 a 35.3 kg en 2022. Este aumento se debe a varios factores, como el aumento de la población, el crecimiento económico y la tendencia a una dieta más saludable. En cuanto a la producción de carne de pollo, esta ha aumentado en un promedio de 5,5% anual en los últimos cinco años. En 2022, la producción total de carne de pollo en Colombia fue de 2,5 millones de toneladas.

Tabla 2

Producción de Pollo en Colombia (Toneladas)

2017	2018	2019	2020	2021
1.563.569	1.629.648	1.693.178	1.619.784	948.248

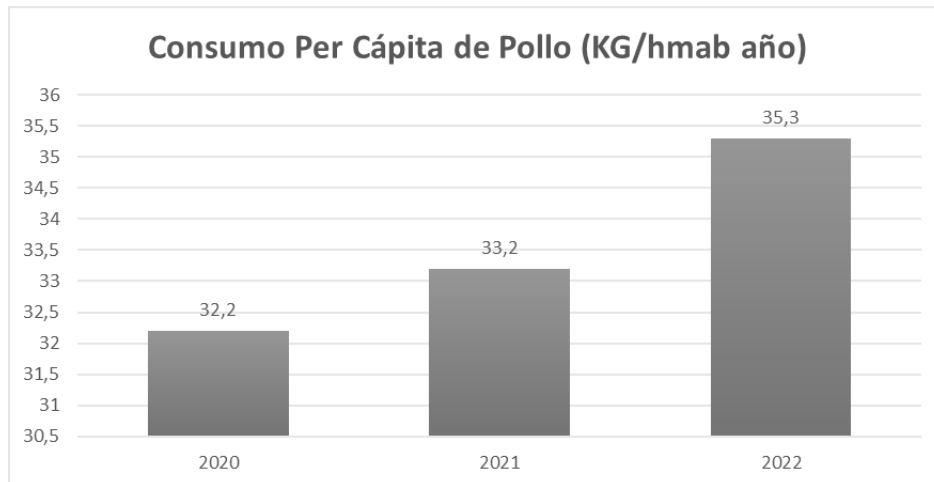
Nota. Elaboración propia basado en las estadísticas de Fenavi del año 2023 donde se compara la producción de Pollo del año 2017 al año 2021, se ve un descenso para el año 2020 y 2021, correspondiente a los efectos de las restricciones y limitantes en la producción derivadas por la pandemia.

El sector de alimentos cárnicos en Colombia se caracteriza por su dinamismo y constante evolución. De acuerdo con un artículo de la revista I Alimentos (2023), como tendencias en la industria alimentaria se espera que se automatice la manufactura, los procesos de producción se basen en componentes de sustentabilidad y transparencia en miras al cambio climático, haya una innovación acelerada en alimentos y una sinergia entre escasez, proveedores alternativos y una agilidad y modificación de costos en la cadena de suministros. De acuerdo con las estadísticas de

Fenavi, para el año 2019, Colombia ocupada el puesto 27 en el ranking mundial de consumo de pollo per cápita.

Figura 10

Consumo Per Cápita de Pollo en Colombia

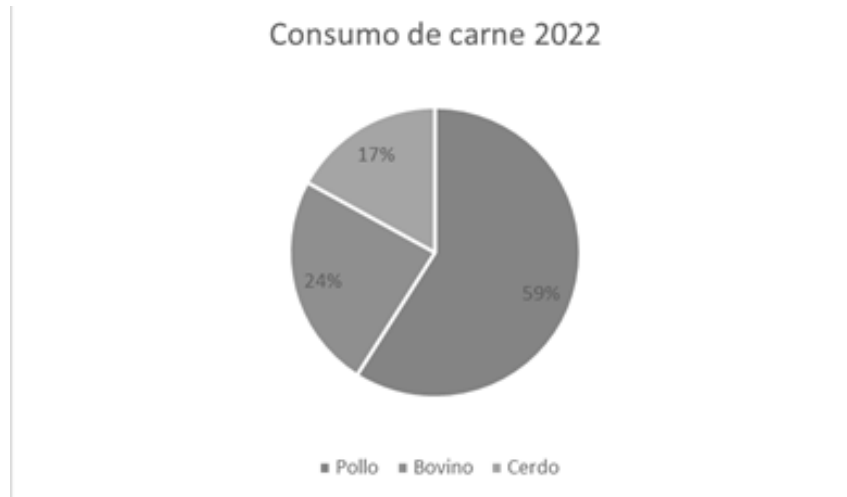


Nota. Elaboración propia basado en el reporte de Fenavi del año 2023 donde se compara el comportamiento del consumo por persona del pollo en los años 2020, 2021 y 2022.

Acordé a la nueva ley de etiquetado de alimentos del país establecida por la resolución 810 del 2021, la cual fue emitida por el ministerio de salud y de protección social; se indica que todo alimento debe ir etiquetado acordé a su contenido si presenta exceso de grasas trans, sodio y/o azucares que tiene como objetivo fomentar la buena alimentación en toda la población de la nación y prevenir de enfermedades que estos excesos generan sobre la salud de los ciudadanos. La industria alimentaria excluyendo los ultraprocesados, ven está ley como una oportunidad de crecimiento del consumo de alimentos saludables como las carnes, por lo que el sector podría verse afectado positivamente e incrementar el consumo per cápita del país (Minsalud, 2022).

Figura 11

Consumo de carne año 2022 en Colombia



Nota. Elaboración propia basado en el reporte de Fenavi del año 2023 donde se compara la distribución porcentual del consumo de carnes por tipo en el año 2022.

De acuerdo con el informe 298 de Fenavi (2023), la producción nacional de pollo ha presentado varios cambios, pero se ha adaptado para mitigar los riesgos, enfatizando las actualizaciones en competitividad y productividad y poder satisfacer la demanda. Las utilidades de un producto de alta demanda y de bajo precio se obtienen a corto plazo por su ciclo de producción (cercano a siete semanas aproximadamente) y a su regulación. En el informe de la Nota realizado en el 2023, se pudo visualizar los líderes del mercado avícola en Colombia de acuerdo a la tabla 3.

Tabla 3

Ranking del año 2022 de los líderes del sector Avícola en Colombia

#	Líderes sector avícola en Colombia
1	Mac Pollo con sus filiales Avidesa de Occidente y Proandes
2	Cargill con Pollos El Bucanero
3	Grupo Avícola Italcol con Agroavícola San Marino y De Mi Granja
4	Grupo Bios con Operadora Avícola Colombia y Avícola Triple A
5	Huevos Kikes
6	Avícola Los Cámbulos
7	Grupo Solla con Distraves y Super Pollos del Galpón
8	Acondesa
9	Don Pollo
10	Pollo Fiesta
11	Incubacol

Nota. Elaboración propia basado en la información contenida en el ranking 2022 líderes sector avícola de Colombia elaborado por La Nota en el año 2023.

Como se valida en la tabla 3, la empresa Mac Pollo lidera el mercado con sus estándares de calidad y su gran presencia en el territorio nacional, con unos ingresos de 2.510.104M, la diferencia competitiva está en la productividad, sus canales de comercialización y el desarrollo del producto (Fenavi, 2022). Actualmente la empresa sacrifica más de 150mil pollos diarios y cuenta con más de 160 locales de distribución. Por otro lado, en la tabla 4, se puede visualizar el listado de compañías similares a la actividad económica de Procesar SAS teniendo en cuenta indicadores económicos y financieros para los años fiscales de 2023 y 2022 en donde lidera Alimentos

Cárnicos y Pollos El Bucanero. En estos *rankings*, no se encuentra reportes de Procesar de acuerdo con la reestructuración de la organización en su último período y su razón social.

Tabla 4

Compañías similares a la actividad económica C1011 (CIU) de Procesar SAS

Compañías similares de Actividad Económica Carne Procesada de Canales (311612)						
Datos en USD miles						
Compañía	Total, Ingreso Operativo	Ganancia operativa (EBIT)	Ganancia (Pérdida) Neta	Rendimiento sobre los Activos (%)	Rendimiento sobre el Capital (%)	Año Fiscal
Alimentos Cárnicos S.A.S.	634.922	44.026	36.958	5,17	11,32	2022
Pollos El Bucanero S.A.	460.950	-26.994	-43.634	-10,69	-34,86	2022
Redcarnica S.A.S. Operadora	284.935	-12.147	-17.479	-12,57	-80,06	2022
Avícola Colombia S.A.S.	235.159	0	1.772	1,11	2,00	2023
Don Pollo S.A.S.	121.147	4.788	4.778	6,95	27,24	2023
Pollos Savicol S A Carnes	80.392	4.621	2.285	6,92	11,16	2023
Casablanca S.A.S. Inversiones	60.099	3.881	194	0,77	4,13	2023
Vaquita Express S.A.S.	55.414	0	1.166	9,78	27,85	2023
Nutrialimentos Cárnicos S.A.S.	47.684	570	452	4,58	47,98	2022
Maxialimentos SAS	43.304	3.822	1.102	12,38	24,74	2023

Nota. Elaboración propia basado en la información contenida en el EMIS para la actividad económica del CIU rev. 4 A.C. correspondiente a *Procesamiento Y Conservación De Carne Y Productos Cárnicos (C1011)*. En el sector, aún Procesar no se encuentra reportada en los rankings ya que su incorporación con la razón social se dio en abril de 2023.

Marco de Referencia

A continuación, se realiza la conceptualización de la terminología referente a la exudación del pollo crudo para comprender este proceso natural post-morte. Luego, se revisa la mejora de los procesos industriales, abarcando metodologías *lean* y *six sigma* para estructurar el diagnóstico y el nivel de madurez del proceso productivo y, finalmente, se revisan las buenas prácticas en la industria alimentaria claves para garantizar calidad e inocuidad en los procesos.

Introducción al proceso de exudación del pollo crudo

Según Ponsuksili (2008), el término 'driploss' o exudado, ampliamente conocido en la industria alimentaria como 'merma', se refiere a la pérdida de agua, hierro y proteínas que resulta de la liberación de miofibras durante la transición del músculo a la carne después del sacrificio del animal, sin ninguna fuerza mecánica adicional que no sea la gravedad. La exudación es un fenómeno natural que ejerce un impacto significativo en la calidad de los productos, afectando directamente características como la jugosidad, la blandura, el color y el sabor, tal como lo han señalado investigaciones como las de Guo y Dalrymple en 2017. Además de su influencia en la calidad del producto, la exudación también tiene un impacto directo en la rentabilidad de la empresa. Estudios, como los llevados a cabo por Hoyos y González en 2011, han subrayado la importancia de controlar la pérdida de líquidos en el caso de productos de pollo fresco.

Existen diferentes modelos matemáticos clásicos y modernos para calcular la pérdida de peso en productos cárnicos frescos durante su producción y almacenamiento, sin embargo, para nuestro objeto de estudio utilizaremos una fórmula que es comúnmente utilizada en el campo de la tecnología de alimentos y la calidad de la carne como el realizado Lonergan (2005), este autor

analiza la relación entre el tiempo de almacenamiento, la temperatura, la exudación en carne fresca con la calidad de la misma.

Esta ecuación se expresa matemáticamente como:

$$W_t = W_0 * e^{(-kt)}$$

Donde:

- W_t es el peso del producto en el tiempo
- W_0 es el peso inicial del producto
- K es la Constante de velocidad de la reacción de pérdida de peso raza Cobb500
- t es el tiempo de espera

Optimización del proceso en la industria

De acuerdo con Caballero y Grossmann (2007), la optimización de procesos representa un conjunto de estrategias y acciones que se implementan con el propósito de mejorar la eficiencia, calidad, rendimiento y resultados de un proceso específico. Su objetivo es lograr un uso óptimo de recursos, reducir los costos y minimizar los desperdicios, y mejorar la calidad del producto o servicio resultante. En esencia, la optimización busca alcanzar el equilibrio óptimo entre variables y factores diversos, en función de obtener el mejor rendimiento posible según los objetivos establecidos.

En las prácticas de optimización de procesos, se emplean técnicas respaldadas por modelos matemáticos específicos, cuya selección depende de la naturaleza particular del proceso y de los

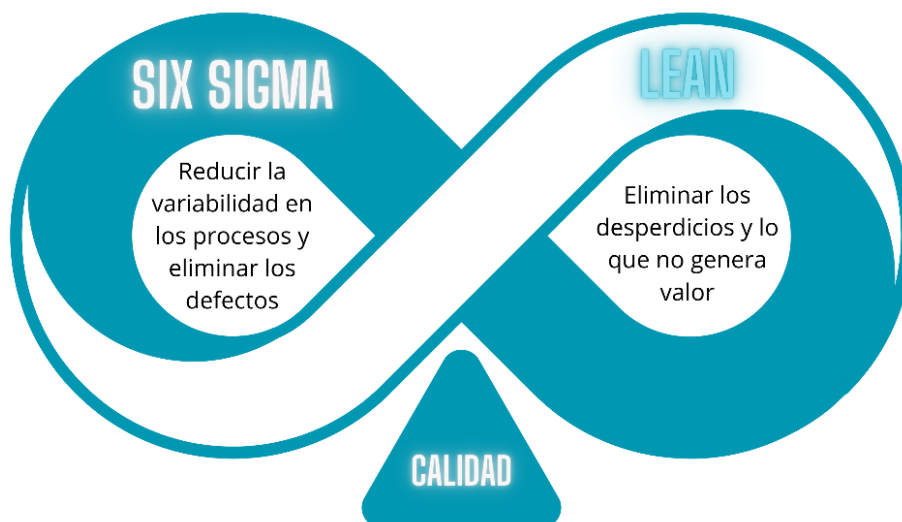
objetivos específicos de optimización (Benjamín, 2022). Entre las técnicas más comunes, se encuentran las siguientes:

- Programación lineal (PL): Se utiliza para optimizar un proceso sujeto a ciertas restricciones lineales. Es efectivo cuando el problema de optimización puede expresarse en términos de ecuaciones lineales y se utiliza para maximizar o minimizar una función objetivo lineal.
- Modelado de simulación: Se utiliza para simular y modelar el comportamiento de un sistema en un entorno virtual. Es útil para comprender cómo interactúan diferentes variables y cómo afectan al proceso en su conjunto.

Es fundamental realizar un análisis detallado del proceso y sus variables con el fin de determinar el modelo matemático más idóneo para su aplicación, teniendo en cuenta la complejidad del problema, la disponibilidad de datos y la naturaleza de las restricciones y objetivos (Benjamin, 2022). Además, es esencial considerar las limitaciones inherentes a cada modelo y evaluar su pertinencia en la resolución efectiva del problema en cuestión (García, 2021).

Figura 12

Metodología Lean y Six Sigma alineadas a procesos de producción y calidad



Nota. Elaboración propia teniendo en cuenta las dos metodologías seleccionadas para visualizar, diagnosticar y mejorar los procesos enfocados en la eficiencia y optimización de recursos.

Seis Sigma

Según Gutiérrez y Vara (2013), en su libro *Control estadístico de la calidad y seis sigmas*”, esta filosofía es una estrategia de mejora continua del negocio que busca la mejora en el desempeño de los procesos y reducir su variabilidad, esto lo busca a través del uso de distintas herramientas de análisis y mejora fundamentadas en la lógica y en el pensamiento estadístico.

El seis sigma tiene tres áreas prioritarias de acción: Satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de defectos. Su principal meta es lograr productos y servicios de la mejor calidad, y como su nombre lo indica, alcanzar la menor cantidad de defectos por millón de oportunidades.

Esta metodología fue aplicada por primera vez en la empresa Motorola por Galvin (1987), con el propósito de reducir defectos de sus productos electrónicos. Desde ese momento ha tenido una gran evolución con lo que se ha enriquecido su sistema, Motorola con el uso de esta metodología para el mejoramiento de sus procesos logró unos ahorros de más de 1000 millones de dólares durante 3 años haciéndola ganadora del premio Malcolm Bridge en 1988. Dentro de las herramientas principales de la metodología se destacan:

- Diagrama de causa efecto
- Diagrama de Pareto
- Lluvia de ideas

- Diagramas de dispersión
- Diagramas de procesos (de flujo, SIPOC y el mapeo)
- Índices de capacidad
- Estadística descriptiva e inferencia estadística

Según Gutiérrez y Vara (2013), muchos proyectos no logran cumplir con las expectativas del cliente ni alcanzar las metas de productividad debido a su lentitud. En respuesta a esta problemática, la estrategia Six Sigma se apoya de manera significativa en las ideas y metodologías asociadas al proceso esbelto, conocido como Lean manufacturing. Esta integración de Lean y Six Sigma, ampliamente documentada en la literatura bajo el nombre de Lean Six Sigma, permite abordar tanto la mejora de la calidad como la eficiencia operativa, maximizando el valor entregado al cliente. Recientes estudios han demostrado que la aplicación conjunta de ambas metodologías genera resultados más robustos en la optimización de procesos productivo de acuerdo a George (2005).

Lean Manufacturing

Para George (2005), *Lean Manufacturing* es una metodología centrada en la reducción de actividades innecesarias que no agregan valor, con el objetivo de minimizar reprocesos, reducir tiempos de ciclo, ahorrar costos, y aumentar la capacidad de los recursos más valiosos en el proceso. Los principios de Lean proporcionan una guía para la acción, permitiendo a las empresas superar el caos y la lentitud que caracterizan a los procesos masivos. Los cinco principios fundamentales de Lean, según Womack y Jones (1996), son:

- Especificar el valor para cada producto específico

- Identificar el flujo de valor para cada producto, destacando las etapas en que se agrega valor
- Crear un flujo continuo de valor, sin interrupciones
- Organizar el proceso para que el cliente "jale" el valor desde el productor (utilizando Kanban).
- Buscar la perfección en todos los aspectos del proceso.

Para que un proceso sea verdaderamente esbelto, es esencial poner en práctica los cinco principios básicos que guían los esfuerzos hacia la eliminación de "barro", "cebo", lentitud, actividades innecesarias y embotellamientos. Un punto de partida crucial es la identificación y visualización de desperdicios, tarea en la que el Value Stream Mapping (VSM) juega un papel fundamental según Rother & Shook, (2009).

La metodología *Lean* tiene como objetivo maximizar el valor para el cliente (Womack et al., 1994) y estructurar las operaciones para optimizar los recursos al reducir los desperdicios y alineados a un contexto empresarial que exige que la industria alimentaria no solo garantice procesos inocuos, sino que se visualice una eficiencia en producción y entregas a tiempo a la par de promover la mejora continua y su versatilidad (Baquero Castillo, Rojas Aldana y Sánchez Parra, 2024), y es clave que se valide criterios como flexibilidad y adaptabilidad, la producción se basa en las necesidades del cliente, mejora continua, participación activa del talento humano y calidad integrada y transversal.

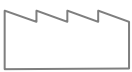


VSM - Value Stream Mapping

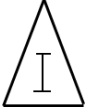



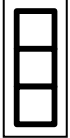
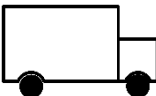
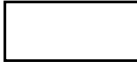
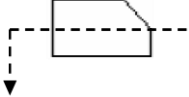

Según Cantó y Gandia (2019), el *Value Stream Mapping* -VSM- o mapeo de la cadena de valor se define como una herramienta lean poderosa y sencilla. El VSM alinea y distingue el verdadero valor del producto, permitiendo una representación gráfica del estado actual y futuro del sistema de producción. Su objetivo es proporcionar a los usuarios un mejor entendimiento de las actividades de desperdicio que necesitan ser eliminadas.

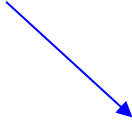

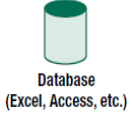

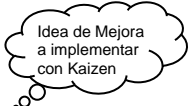


De acuerdo a Rother y Shook (2009), el VSM está compuesto por una serie de iconos o símbolos formales que permiten representar todos los procesos que hacen parte en un sistema productivo. Los símbolos del VSM pueden tener diferentes significados y aplicaciones en las diferentes etapas de la cadena de valor, pero en general se clasifican en cuatro categorías, aquí algunos de los símbolos más usados como se relaciona en la tabla 5.

Tabla 5

Simbología metodología VSM

TIPO DE SÍMBOLO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
De proceso		Cliente o proveedor	Representa a los clientes en el sector superior derecho o los proveedores en el sector superior izquierdo.
		Proceso específico	Un flujo de proceso específico o actividad fija dentro de un departamento
		Caja de datos	Datos sobre el paso del proceso, como la duración del ciclo, cambios realizados y tiempo de actividad.

De materiales		Inventario	Inventario entre dos procesos
		Flecha de empuje	traslado de los materiales de un proceso al siguiente
		Envíos	traslados de las materias primas desde los proveedores a la fábrica, y luego a los clientes
		Supermercado	Un inventario de "supermercado" (también denominado "punto de stock de Kanban)
		Security stock	"Cobertura" del inventario para evitar los problemas de producción.
		Envío externo	Envíos desde los proveedores o hacia los clientes
De información		Control de producción	Una persona, departamento u operación de control o planificación de la producción central
		Kanban de producción	Activa la producción de un número predeterminado de piezas. Esto indica a un proceso de suministro que proporcione las piezas a otro proceso posterior.
		Kanban de retirada	Un dispositivo o tarjeta que informa a un encargado de materiales que debe trasladar las piezas desde un supermercado hasta el proceso receptor.

		Información manual	Muestra el flujo general de información de memos o conversaciones
		Información electrónica	Intercambio electrónico de datos (EDI), Internet, red de área extensa (WAN), red de área local (LAN) o intranets.
		Bases de datos, sistemas de planificación	La planificación mediante sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), planificación de requerimientos de material (MRP) u otro sistema centralizado.
Generales		Operario	Número de operadores que se necesitan para procesar en una estación de trabajo concreta.
		Estallido Kaizen	Destacan las áreas donde se necesitan mejoras con el fin de alcanzar el mapa de flujo de valor de estado futuro.
		Información verbal	Comunicación verbal o considerada personal
		Línea de tiempo	Muestra la duración de los ciclos y los tiempos de espera o inactividad. Se usa para calcular el plazo de entrega y la duración total del ciclo.

De acuerdo a Vendan & K. (2010), los pasos para la implementación del mapeo de la cadena de valor (VSM) son:

- Selección de un Área Crítica Productiva o una Familia de Productos;

- Definición de Métricas Claves para el Éxito del Proceso;
- Definición y Recolección de Datos;
- Creación del el Value Stream Mapping (VSM)
- Análisis del VSM actual.
- Mapa del estado futuro

Selección de un Área Crítica Productiva o una Familia de Productos.

Para minimizar el riesgo de error y facilitar el análisis del proceso, es necesario identificar y focalizar los límites del proceso y seleccionar una familia de productos. Esta familia puede definirse por compartir pasos similares del proceso, utilizar equipos comunes o incluir los productos más importantes en términos de ventas y producción. Se pueden usar varias técnicas simples y útiles para esta selección, como la elaboración de tablas de productos versus procesos, análisis de Pareto de ventas y/o demanda, y análisis de producción, con el fin de determinar cuáles productos son relevantes para definir la familia de productos de acuerdo con Cantó y Gandia (2019).

Definición de Métricas Claves para el Éxito del Proceso.

Para Cantó y Gandia (2019), las métricas deben ser consistentes y comparables entre las diferentes etapas del proceso y a lo largo del tiempo. Además, deben ser fáciles de entender y comunicar, y estar directamente relacionadas con el flujo de valor, contribuyendo a la comprensión del proceso y las áreas de mejora.

Definición y Recolección de Datos.

Identificar los procesos principales y revisar la documentación existente para verificar si los datos disponibles son correctos. Si se identifican faltantes, definir qué datos adicionales son necesarios y cómo se realizará su recolección.

Creación del el Value Stream Mapping (VSM).

Según Lovelle (2001), se empieza el mapa dibujando de derecha a izquierda con el icono de un cliente, junto a este una caja de datos con la lista de requerimientos del cliente, como unidades por día, frecuencia de despachos, empaque y otra información de producción en la esquina superior derecha del plano.

El próximo paso es conectar el flujo de información ya sea electrónica o manual generalmente con la demanda del cliente con el centro de la planificación de la producción y luego conectar al proveedor. Esta conexión dependerá si la información es electrónica o manual. También se usa una caja de datos en el lado izquierdo del mapa para representar a los proveedores con nuestros requerimientos y otra información de producción. El proveedor es el de mayor impacto ya sea por cantidad de compra, unidades o importe.

Luego se representa el transporte desde los proveedores hacia la empresa mediante el símbolo de flecha y a su vez el medio de transporte junto a la frecuencia de envió. Acto seguido hay que colocar las cajas de procesos en el mapa (maquinas, ensambles, pintura, etc.) y agregar cada caja de datos debajo de cada proceso con métricas relevantes.

Después hay que unir cada proceso interno agregando los símbolos de flujo de material y otros símbolos de proceso o de información según la necesidad. A su vez estos deben estar unidos mediante símbolos de información con el programa de producción.

En la parte inferior del mapa se dibujan las líneas de tiempo donde se registran información del tiempo de inventario, tiempo de ciclo o el tiempo de espera de producción. Finalmente, el mapa del estado actual es terminado (Lovelley, 2001).

Análisis del VSM.

El objetivo de realizar un *Value Stream Mapping* (VSM) es identificar áreas de mejora y diseñar un estado futuro más eficiente. Para que el análisis facilite la identificación de desperdicios, se debe basar en la clasificación propuesta por Ohno (2001), la cual permite identificar actividades que no agregan valor, buscar tiempos de espera, movimientos innecesarios y cualquier actividad que no contribuya directamente al valor del producto. Además, se busca detectar cuellos de botella para identificar las etapas del proceso que limitan la capacidad del sistema.

Después de este análisis, se redibuja el VSM, corrigiendo o eliminando los desperdicios y creando un flujo más continuo y eficiente, minimizando los tiempos muertos. El desarrollo del mapa de estado futuro es crucial para proporcionar una visión ideal de un estado esbelto, ya que en este se proyectan todas las mejoras necesarias para alcanzar un resultado óptimo (Flores, 2005).

BPMN

“Todas las organizaciones se encuentran en un recorrido - un viaje sin fin donde la atención se centra en mejorar la manera en que las cosas se hacen (como quiera que sea medido) para el beneficio de los accionistas, las partes interesadas y/o ganancias” (BPMN Guía de referencia y modelado, Stephen A White, s.f.). BPMN es una metodología que ayuda a comunicar cómo funcionan los procesos del negocio construyendo un flujo de trabajo y las actividades asociadas.

Para la construcción de un modelo de negocio se requiere representar la empresa en marcha a través de sus operaciones tomando como base las entradas de los objetivos organizacionales, la

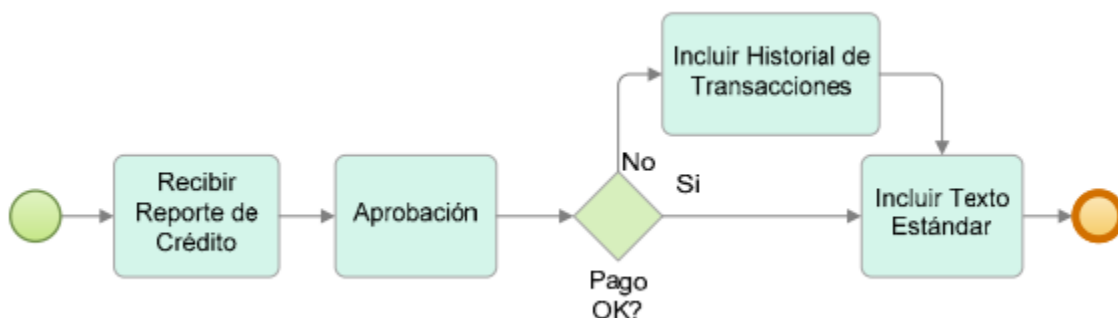
estrategia y la reglamentación interna o externa. En BPMN se define una notación específica para representar estas actividades de las compañías que sea de fácil entendimiento para su cliente que son en general humanos interesados. Dentro de la metodología se pueden percibir tres niveles del modelado de procesos:

- Mapa de procesos: Diagramas de flujo sin detalle de actividades incluyendo las decisiones más relevantes
- Descripción de procesos: Información extensa del proceso, responsables, datos, información adicional, entre otras
- Modelos de procesos: Diagramas de flujo detallados, suficiente información para analizar y simular el proceso, ejecución de modelos.

BPMN abarca todo tipo de niveles de modelos con una notación basada en diagramas de flujo con todo tipo de detalle y complejidad como requiera la necesidad del negocio.

Figura 13

Ejemplo de diagrama BPM



Nota. Tomado del libro BPMN Guía de referencia y modelado, Stephen A White

Herramientas y metodología de mejora de procesos

Existen múltiples herramientas para la mejora de los procesos desde los años 90s según Womack (1990), las empresas han buscado la excelencia operacional y el mejoramiento continuo en todos los procesos de su cadena de valor a partir del libro *La máquina que cambio el mundo*. Las empresas las usan con el objetivo de una eficiencia operacional y buscar una alta rentabilidad con el menor uso de recursos. Desde 2000 las herramientas Lean desarrolladas por los japoneses han sido muy acogidas por la globalización y la eliminación de las fronteras gracias a internet. (Quesada y Arrieta, 2019). En la actualidad son herramientas usadas en las operaciones de todo tipo de compañías desde pequeñas hasta grandes y en cualquier lugar del mundo (Ferreira, 2017) por lo que se hacen llamativas para el proyecto en mención será el foco principal para solucionar la problemática planteada.

Según la revisión bibliográfica realizada por Cinthya (2020), donde se identifica los principales usos y producción científica de las herramientas del lean manufactura alineados a la industria colombiana donde uno de los principales hallazgos es la tendencia creciente de los últimos años por el uso de esta metodología y la caracterización de las principales herramientas que usan las empresas en sus procesos. La autora menciona que con el objetivo de reducir costos y aumento de eficiencia operativa las herramientas más usadas son: JIT, TPM, SMED, 5S, Poka Yoka, Heijunka y Andon. Sin embargo, también indica la resistencia al cambio de las pequeñas y medianas empresas del país para el uso de este tipo de metodologías con lo que el crecimiento podría ser mucho mayor. En los siguientes párrafos del presente marco teórico se describirá brevemente acorde a la literatura la aplicación de las principales herramientas aquí mencionadas.

SMED (*Single minute of exchange or died*) según Shingo 1985 es una metodología que busca reducir los desperdicios que resultan de la desorganización, materiales sucios, tiempos de preparación o de recambios de las máquinas y herramientas.

Kanban: Según Pegels (1984), es una metodología que se enfoca en eliminar los desperdicios generados a partir de los excesos o la falta de inventario, es un control visual a través de tarjeta que busca mantener un control del inventario y alertas a los equipos de trabajo cuando se agota o se excede los niveles de inventario deseados.

JIT (*Just in time*): según Cua KO (2001), busca reducir los desperdicios generados por las esperas en toda la cadena de valor haciendo que los recursos estén en cantidad y en la oportunidad necesaria para cada uno de los actores y generando una flexibilidad para satisfacer la demanda.

TPM (*Total productive maintance*): según Cua KO (2001), que lo que busca es el mejor programa posible de mantenimiento de los equipos y que los operarios pueden hacer las reparaciones menores con el objetivo de reducir los desperdicios generados por la espera a disponibilidad de equipos a su intervención y le dan flujo de proceso a la producción

POKA JOKE: según Melton (2005), es una metodología que busca eliminar los desperdicios generados por las fallas en la calidad y por los retrabajos en los procesos, es la creación de herramientas o métodos de trabajo que mitiguen al máximo las posibles desviaciones o fallas del proceso estos deben ser de fácil uso para todos los trabajadores.

5S: según Jimenez (2015), es una metodología que se basa en la buena y correcta organización de los puestos de trabajo fomentada por el conocido TPS (*Toyota production system*) que a través de 5 fases que generan un ciclo de trabajo se eliminan los desperdicios por retrabajados

y movimientos innecesarios por las malas distribución de herramientas y maquinaria en los procesos.

Procesos industriales sostenibles

Pérez y Meza (2013), destacan que los procesos industriales sostenibles comprenden una serie de etapas que integran actividades unitarias enfocadas en optimizar la utilización de materiales y energía para la producción de bienes, con el objetivo de reducir o eliminar residuos y subproductos. Según Rodríguez (2012) y Elkington (1997), los procesos industriales pueden considerarse sostenibles si, de manera simultánea, contribuyen al desarrollo garantizando la satisfacción de las necesidades fundamentales de la población -responsabilidad social-, mejoran la calidad ambiental, reduciendo el impacto negativo en el medio ambiente, y promueven la prosperidad económica.

A nivel global, organizaciones como la Organización de las Naciones Unidas -ONU- y la Organización Internacional del Trabajo -OIT-, entre otras, han sentado las bases para la implementación de políticas destinadas al desarrollo sostenible. En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en conjunto con otros ministerios, ha establecido políticas para un crecimiento sostenible e inclusivo en el sector productivo, proponiendo medidas para fortalecer la capacidad de transición hacia una producción más sostenible y avanzada (CONPES, 2021).

Estas políticas buscan abordar varios aspectos cruciales, incluyendo la reducción del consumo de recursos, la mejora de la gestión de residuos y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero. La optimización de procesos contribuye a la reducción del consumo de recursos, como la energía, el agua y las materias primas, al mejorar la eficiencia de equipos y maquinaria (Molina & Montenegro, 2016). Además, mediante prácticas efectivas como la

reducción de la producción de residuos, el fomento del reciclaje y compostaje, y la implementación de tratamientos adecuados para los residuos peligrosos, se puede mejorar la gestión de residuos y reducir la contaminación ambiental (Rondón et al., 2016).

Dada la creciente importancia y el impacto que la sostenibilidad empresarial tiene en la sociedad actual, es crucial evaluar si una empresa es sostenible, identificar en qué medida lo es, determinar sus deficiencias y áreas de mejora, con el propósito de establecer un plan de acción que le permita alcanzar los niveles de sostenibilidad requeridos en línea con sus objetivos y políticas empresariales.

Pestel

Basado en la información contenida en la Administración Estratégica y Política de Negocios de Wheelen y Hunger (2013), el análisis PESTEL es un modelo realizar una comprensión profunda de los factores externos que pueden afectar en la empresa, permitiendo una evaluación más precisa de las oportunidades y amenazas en el mercado del pollo.

Político (P): Regulaciones gubernamentales sobre la importación y exportación de productos avícolas y su impacto en los costos y la disponibilidad de productos avícolas en el mercado.

Políticas y normativas sanitarias que regulan la cría, el procesamiento y la distribución de aves de corral, afectando los estándares de calidad y seguridad de los productos avícolas.

Económico (E): Fluctuaciones en los precios de los granos y otros alimentos para aves, lo que impacta los costos de producción y, a su vez, los precios de venta al por mayor y al por menor del pollo. Cambios en los ingresos y hábitos de consumo de los consumidores, lo que influye en la demanda de productos avícolas y en las estrategias de fijación de precios de la empresa.

Social (S): Cambios en las preferencias de consumo, como la demanda de productos avícolas orgánicos, criados de manera sostenible o provenientes de granjas locales. Tendencias de salud y alimentación que afectan la percepción de los consumidores sobre la calidad y la seguridad de los productos avícolas, y que pueden influir en las decisiones de compra.

Tecnológico (T): Avances tecnológicos en la cría de aves y el procesamiento de pollo, lo que podría mejorar la eficiencia y reducir los costos de producción. Innovaciones en sistemas de distribución y logística que podrían agilizar la entrega y reducir los tiempos de transporte de los productos avícolas, manteniendo la frescura y la calidad del producto.

Medioambiental (E): Normativas ambientales relacionadas con la gestión de residuos y la sostenibilidad en la cría de aves, que podrían afectar los costos de cumplimiento y las prácticas operativas de la empresa. Cambios en la percepción de los consumidores sobre la producción avícola sostenible y ética, lo que podría influir en las decisiones de compra y en la reputación de la empresa.

Legal (L): Regulaciones laborales que afectan las condiciones de trabajo en las granjas avícolas y plantas de procesamiento de pollo. Normativas de etiquetado y seguridad alimentaria que deben cumplirse en la comercialización y distribución de productos avícolas para garantizar la transparencia y la seguridad del consumidor.

Estadística y probabilidad

La estadística descriptiva es el grupo de herramientas que se usan para explicar el comportamiento de un conjunto de datos con el objetivo de conocer sus características más relevantes. Dentro de ellas se destacan las medidas de tendencia central, la variabilidad y la distribución de los datos (Gutiérrez Pulido y Vara Salazar, 2013).

Tendencia central: Valores en torno a los cuales los datos o mediciones de una variable tienden a estar aglomerados, los principales son:

Media: Es igual al promedio aritmético de los datos, se obtiene al sumar todos los datos y dividirlos entre el número total de datos.

Mediana: Es el valor que divide la mitad de los datos cuando son ordenados de mayor o menor.

Moda: Es el dato que más veces se repite del conjunto

Medidas de dispersión: Son valores que indican que tan variables o diferentes son el uno del otro, los principales son:

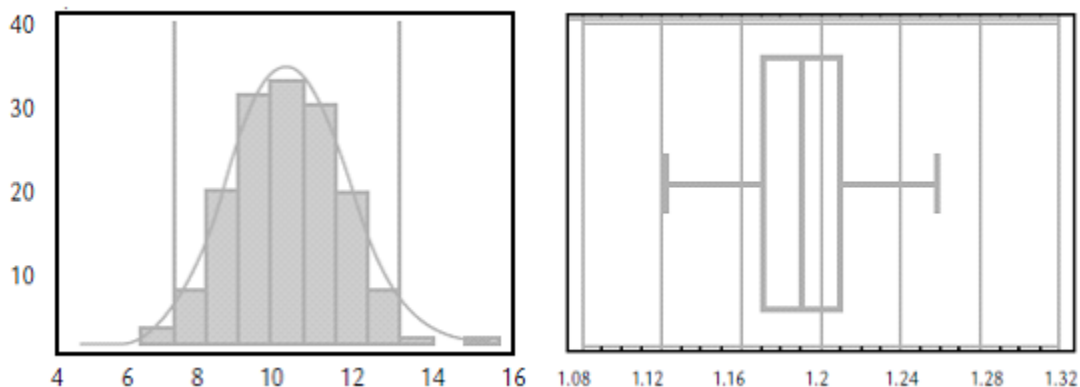
Desviación estándar: Refleja que tan dispersos están los datos frente a la media, representa la variabilidad del proceso.

Rango: Es la diferencia entre el dato mayor y el menor.

Los principales diagramas que reflejan las estadísticas mencionadas son el histograma y el de caja.

Figura 14

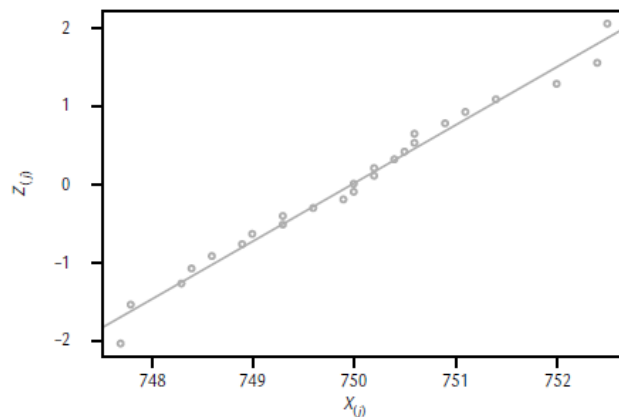
Ejemplo de Gráficos de caja e histograma



Nota. Tomados del libro Control estadístico de la calidad y seis sigmas de Gutiérrez Pulido y Vara Salazar (2013). En la parte izquierda se encuentra el gráfico histograma y al lado derecho, se encuentra el gráfico de caja, estos diagramas son usados para visualizar la distribución de los datos y poder comprender la data y analizarla.

Figura 15

Ejemplo de Gráfico de Probabilidad



Nota. Tomado del libro Control estadístico de la calidad y seis sigmas de Gutiérrez Pulido y Vara Salazar (2013) y se puede observar cómo se da el comportamiento de los datos de una muestra relacionadas al tipo de distribución que puedan tener.

Las gráficas y pruebas de normalidad se usan para verificar si el conjunto de datos se aproxima a una distribución de tipo normal.

Buenas prácticas de procesos en la industria alimentaria

La mejora continua y el fortalecimiento de la seguridad alimentaria es un desafío global que incluye riesgos y peligros potenciales durante toda una cadena de producción y suministro (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2023). Se entiende por seguridad alimentaria a la disponibilidad física y utilizable de los alimentos, mientras que se pueda contar con su estabilidad y acceso tanto económico como físico a estos (FAO, 2011). Que los alimentos sean inocuos es una

característica prioritaria en la industria puesto que los alimentos no ocasionen daño o enfermedad a quien lo adquiere y consume es lo que busca todo usuario final (Fuente Salcido & Barboza Corona, 2010). Con esto, para toda figura que pertenezca al sector de alimentos, se vuelve uno de sus objetivos principales propender para que sus productos tengan propiedades nutritivas y criterios específicos de calidad y forma que satisfagan las necesidades de los consumidores sin poner en riesgo su salud, y esto se debe gestionar, controlar y garantizar con unas buenas prácticas en el proceso productivo.

Según lo estipulado por el Invima (2020), las buenas prácticas de manufactura -BPM- son características, requisitos y requerimientos que garantizan la higiene, inocuidad y condiciones sanitarias durante el ciclo de producción y distribución de los alimentos, minimizando los riesgos inherentes en el mismo. Implementar buenas prácticas de manufactura en las organizaciones ha sido evidencia de una útil herramienta para el análisis de peligros y seguimiento y control crítico en la industria de alimentos, provisionando y mejorando condiciones de seguridad alimentaria y la calidad (Román, 2007).

Para las organizaciones que hacen parte de la industria alimentaria, es beneficioso contar con un sistema de gestión de seguridad alimentaria puesto que con este tipo de sistemas se puede identificar, minimizar y eliminar sistemáticamente la contaminación física, química y microbiológica en el proceso de producción para garantizar que los alimentos sean seguros para el consumo (ISO, 2018), y así garantizar la mejora de la seguridad alimentaria. Con este tipo de normas, las organizaciones pueden controlar los peligros que afecten la inocuidad. La implementación de estándares nacionales o internacionales les proporciona a las organizaciones no solo un control y garantía de procesos que cumplan criterios de calidad y salubridad, sino que representan una ventaja competitiva y método de trabajos validados (Nyoka et al., 2023).

Sistema HACCP

De acuerdo con la Organización Panamericana de Salud -OPS- y la Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO- (2011), en la producción de alimentos inocuos se debe realizar un análisis de peligros y puntos críticos de control -HACCP- teniendo en cuenta gestiones por medio de la anticipación y la prevención en lugar de la inspección y pruebas en etapas finales, de ahí que se defina como un abordaje preventivo y sistemático a los procesos previniendo y controlando los peligros biológicos, químicos y físicos. Con esto, se entiende que el sistema HACCP es una metodología que se base en una serie de etapas que se relacionan entre sí aplicadas en toda la cadena productiva teniendo como fundamento la identificación de peligros potenciales y su control en la inocuidad de los alimentos (OPS, s.f.). En la figura 16, se establecen los siete (7) principios del sistema HACCP que incluyen la alineación del análisis de riesgos de la organización y los puntos clave críticos de todo el proceso que pueden generar alertas que pongan en riesgo la operación. De la misma forma, se tienen en cuenta las holguras y los límites que permiten establecer rangos mínimos y máximos basados en los criterios de calidad y de producción.

Figura 16

Principios del sistema de HACCP

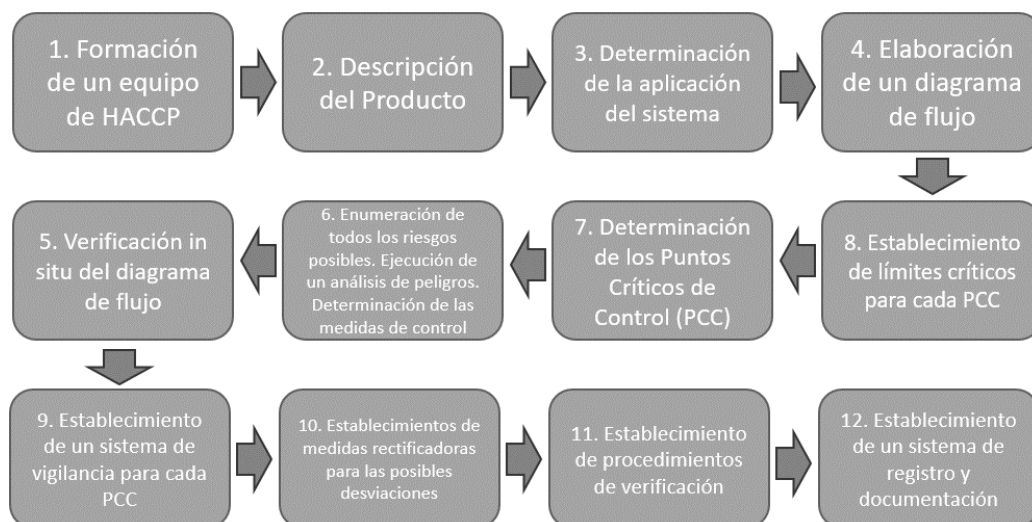
1. Realizar un análisis de peligros.
2. Determinar los puntos críticos de control (PCC).
3. Establecer un límite o límites críticos.
4. Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.
5. Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.
6. Establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el Sistema de HACCP funciona eficazmente.
7. Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

Nota. Elaboración propia basado en la información contenida en el portal de FAO, del sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control y directrices para su aplicación en la revisión 3 de 1997.

En la aplicación de un sistema HACCP especificado en la figura 17, se cuenta con un enfoque directo a líneas de producción, y para la industria de alimentos, solo puede aplicarse a procesos productivos de alimentos y no a otras organizaciones relacionadas a la producción de alimentos y con esta implementación del sistema HACCP, se lleva un control exhaustivo en los puntos críticos de control definidos como esas etapas donde es esencial prevenir, reducir o eliminar un peligro. (Icontec, 2023). En este sistema, se cuenta con 7 principios y se deben aplicar los principios y códigos de práctica y cumplir la legislación correspondiente sobre inocuidad de los alimentos (FAO, 1997). Para aplicarlo, se realiza con una secuencia lógica de 12 hitos flexible, analizando el carácter y la amplitud de la operación. Existen muchos estándares HACCP a nivel mundial y está a la elección de cada organización determinar con cuál se basan.

Figura 17

Secuencia Lógica para la aplicación del sistema HACCP en un proceso productivo



Nota. Elaboración propia basado en la información contenida en el portal de FAO, del sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control y directrices para su aplicación en la revisión 3 de 1997.

El Codex Alimentario

El *codex* alimentario es un conjunto de normas alimentarias uniformes de carácter internacional que tienen como objetivo la protección de la salud del consumidor y la implementación de prácticas equitativas en la comercialización de alimentos (FAO, s.f.) elaborada por la Comisión de *Codex Alimentarius* en 1963 el cual incluye normas sobre todos los alimentos principales, ya sean elaborados, semielaborados o crudos, para su distribución al consumidor (OPS, 2015). Con esta normatividad, el consumidor tiene una garantía acerca de recibir un producto alimentario sano, genuino, debidamente etiquetado y presentado. Cualquier país puede aceptar e implantar una norma Codex para la distribución de productos determinados o fe norma general, de acuerdo con su reglamentación legal y administrativa nacional bajo las modalidades de aceptación completa, aceptación con excepciones específicas o de libre distribución.

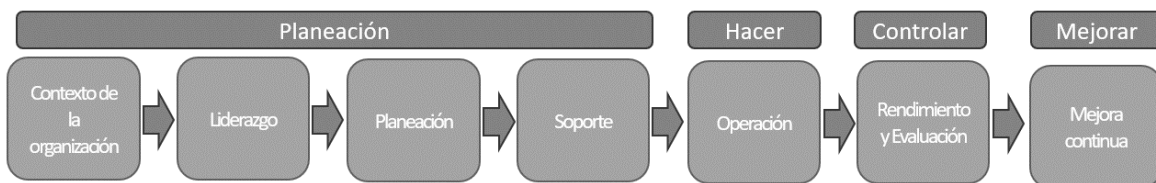
Norma ISO 22000:2018

La norma ISO 22000:2018 es una norma internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión de seguridad alimentaria que garantice la seguridad de los alimentos en toda la cadena alimentaria; garantiza una herramienta eficaz y puede generar beneficios significativos para las organizaciones, tanto en seguridad alimentaria como inocuidad, como de eficiencia en los procesos y satisfacción de los clientes. De acuerdo con lo planteado en la norma y bajo la guía de implementación elaborada por la NQA (s.f.), se establece que implementar un sistema de gestión de seguridad alimentaria traerías beneficios como:

- Mejora en la salud;
- Mejora en la seguridad;
- Mejora en la satisfacción del cliente;
- Apoyo en el cumplimiento de los requisitos reglamentarios;
- Apoyo en el cumplimiento de otras normas y directrices;
- Transparencia;
- Control y prevención de riesgos;
- Reducción en tiempos de investigación;
- Estructuración de los sistemas de gestión coherente;
- Reconocimiento mundial; y
- Ampliación en oportunidades comerciales y de negocio.

Figura 18

Requisitos de la Norma ISO 22000:2018



Nota. Elaboración propia basado en la información contenida en la norma ISO 22000:2018.

Al igual que el sistema HACCP, la norma ISO 22000 permite la obtención de alimentos inocuos, no obstante, no solo se centra en las líneas de producción sino que abarca a toda la

organización, adicional a ello, esta norma incluye los principios HACCP y los establecidos en el Codex Alimentario incluyendo la comunicación interactiva, los requisitos del sistema de gestión y el componente de retiro de productos de mercado, incluyendo una actualización más cercana dada en el 2018 (Icontec, 2023). Es un estándar idóneo para demostrar y garantizar la prevención de peligros junto con una consolidación y certificación de buenas prácticas de manufactura de procesos en el sector de alimentos.

Diseño Metodológico

Tipo de investigación

Para el desarrollo del proyecto, se optará por una investigación aplicada, deductiva y transversal que busca abordar el desafío específico de la merma en la transformación del pollo. La meta es identificar soluciones prácticas que puedan aplicarse para mejorar la eficiencia y la rentabilidad en la planta de producción. En cuanto al alcance de la investigación, se adoptará un enfoque cuantitativo-descriptivo. El estudio se centrará en las etapas finales de transformación del producto, es decir, en la fase posterior al sacrificio, en la cual Procesar S.A.S. desempeña un papel directo en la transformación y distribución del producto. Este enfoque cuantitativo-descriptivo permitirá obtener información detallada y precisa sobre los aspectos clave relacionados con la merma en estas etapas críticas del proceso post sacrificio.

En la figura 19, se sintetiza las metodologías, estándares, herramientas y enfoques que se tendrán en cuenta a lo largo del diagnóstico, el análisis de resultados y el plan de mejora. Se manejará una validación de factores externos con herramientas como PESTEL, mapa de empatía y mapa de *stakeholders*, y en la parte de factores internos se alineará la metodología *Lean* y la metodología *Six Sigma* junto con la Norma ISO 22000:2018 y HACCP. Con la metodología *Six Sigma*, se espera analizar el estado actual del proceso productivo alienado a una reducción de la variabilidad y la eliminación de los efectos (Bonilla Guarnizo, 2020) junto con el espectro de *Lean Manufacturing* que incluye la reducción o eliminación de desperdicios o elementos que no generan valor desde la perspectiva del cliente (Baquero Castillo, Rojas Aldana y Sánchez Parra, 2024).

Figura 19

Diseño de la metodología de investigación basados en Lean y Six Sigma

METODOLOGÍA



Nota. Elaboración propia teniendo en cuenta el marco teórico y los referentes de las metodologías seleccionadas para la elaboración de la investigación empresarial.

En la figura 19, se cuenta con un primer estado base que corresponde a la orientación del mercado y el contexto en el que la organización desarrolla su actividad. En el segundo estado, se encuentra la estructura de la herramienta de diagnóstico construida con base en las variables seleccionadas para el análisis del estado actual del proceso de producción. En el tercer y cuarto estado, se encuentra la aplicación de las metodologías *Six Sigma* (Galvin ,1987) y *Lean Manufacturing* y sus respectivas herramientas que permitirán establecer el levantamiento de información de los procesos y su análisis transversal. Finalmente, se establece contar con una revisión de los sistemas

de gestión del proceso alienados a la norma ISO 22000 del 2018 correspondiente a sector de alimentos y los puntos críticos que pueda tener la producción.

Análisis externo

El análisis externo se realizará en primera medida a través del modelo de PESTEL (Wheelen y Hunger, 2013), el cual busca describir el contexto y/o ambiente donde opera la empresa Procesar SAS. Este análisis PESTEL proporciona una visión integral de las variables externas que pueden influir en la empresa, lo que ayuda a identificar oportunidades y desafíos potenciales en el mercado avícola y a tomar decisiones estratégicas informadas. Las variables se agrupan en cinco factores de acuerdo con su sigla en inglés y se incluyen en la figura 20.

Figura 20

Factores PESTEL



Nota. Elaboración propia basado en la información contenida en la Administración Estratégica y Política de Negocios de Wheelen y Hunger de 2013. Este análisis PESTEL específico para la compra y venta de pollo entero y por presas proporciona una comprensión más profunda de los factores externos que pueden afectar en la empresa, permitiendo una evaluación más precisa de las oportunidades y amenazas en el mercado del pollo.

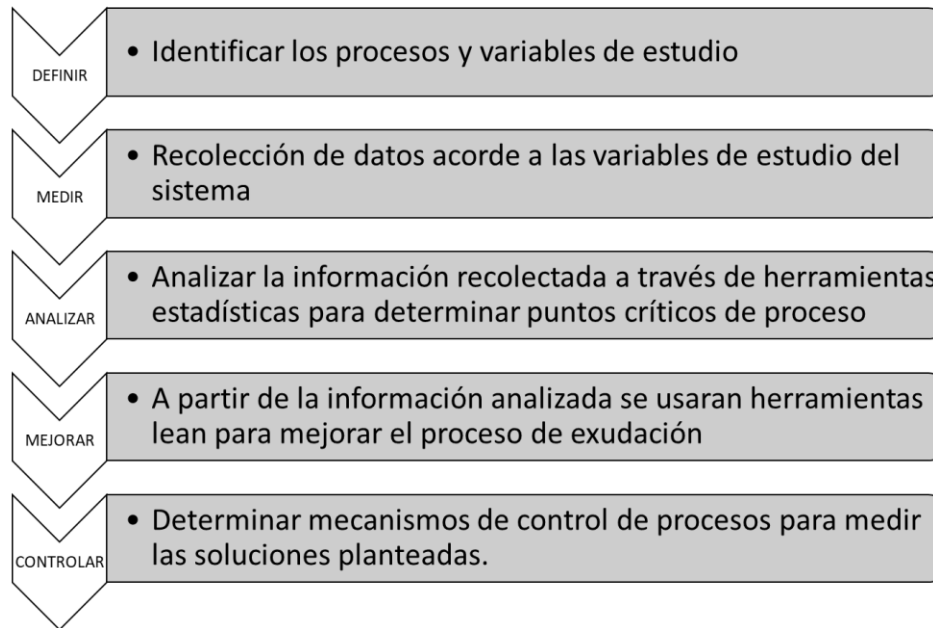
Se diseña el Mapa de empatía con el objetivo de analizar y diagnosticar la percepción del cliente frente a los productos que ofrece Procesar SAS y cruzándolo con el PESTEL se identifica si es una percepción de mercado o solo corresponde a un comportamiento causado por el servicio que ofrece la empresa. Por último, se incluye el mapa de los *Stakeholders* de la compañía que pueden generar una influencia sobre el desarrollo del proyecto y quienes pueden ser posibles aliados a la hora de escalar el proyecto, esto será determinante a la hora de seleccionar los planes de acción y los líderes del plan de acción propuesto.

Análisis interno

El análisis interno se realizará combinando varias técnicas en las cuales tenemos: 1. Encuesta estructura de 29 preguntas, aplicando una escala Likert de 5 posiciones. Se aplicará al personal operativo y a la alta gerencia de Procesar SAS para determinar las variables de tiempo, temperatura, merma, Criterios HACCP (puntos críticos), costos, producción y sostenibilidad. De igual manera para el análisis interno se usarán dos técnicas adicionales las cuales son Seis Sigma la cual consta de 5 etapas como se muestra en la figura 21.

Figura 21

Metodología Six Sigma para aplicación en el proceso de producción Procesas SAS



Nota. Elaboración propia basado en la información contenida en Metodología e Implementación de Six Sigma de Navarro Albert et. Al publicada en 2017.

Posteriormente se evaluará el flujo del proceso a través de un Diagrama de Espagueti para identificar posibles mudas por desplazamientos innecesarios en el proceso que incrementen los tiempos de producción y por lo tanto afecten el proceso de exudación del pollo. Se utilizan herramientas como BPM y SIPOC para documentar el flujo de proceso sus entradas y salidas principales con el objetivo de mapear los recursos que usan en el proceso productivo esto teniendo en cuenta que la compañía no cuenta con este tipo de documentación.

Por último, se usará el VSM para identificar y diagramar el flujo de valor actual de la compañía, identificar tiempos que no generan valor, cuellos de botella y oportunidades de mejora del proceso productivo. Adicional, se realizará el VSM futuro esperado después de ejecutado el

plan de acción propuesto para evidenciar la mejora en la generación de valor a los clientes de Procesar.

Población, muestra y ficha técnica

El instrumento de análisis interno por su alcance se desarrollará a todos los cargos de la organización a todos los niveles jerárquicos, desde el operario de producción pasando por el ingeniero de alimentos hasta la junta directiva, ya que tienen una visión de las variables parte del estudio y el conocimiento necesario para desarrollar el diagnóstico. Se desarrollará una encuesta estratificada por conveniencia respecto a las variables definidas. Este segmento elegido son personas entre hombres y mujeres con una edad mayor a 25 años, con un conocimiento de un nivel bachillerato hasta profesionales con posgrado en el área relacionada a los alimentos.

Tabla 6

Caracterización del muestreo

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Periodo de recolección de datos	15 de enero de 2024 al 15 de febrero de 2024
Ciudad de aplicación	Madrid, Cundinamarca
Cargo de las personas entrevistadas	Director comercial, jefe planta, jefe de calidad, gerente general, supervisor de producción, jefe despachos, jefe ventas, auxiliares administrativos
Población	50 personas
Muestra	10 trabajadores
Medio de recolección	Encuesta digital

Nota. Elaboración propia para representar y sintetizar la información del muestreo para la aplicación de las herramientas de diagnóstico del estudio.

Identificación de las variables

Durante el proceso de transformación (sacrificio) se tiene contemplado un porcentaje de merma que debe asumir la empresa y que los tiene cubiertos en sus costos de producción. Para el objeto de estudio dicha merma se asumirá como una merma asociada al producto dado que es un proceso ajeno a Procesar SAS, y adicional, a lo anterior será el punto de inicio para calcular la merma total del proceso. La recepción del producto en planta es la fase inicial para Procesar SAS, donde se hace la pesada del producto y a través de la siguiente operación matemática se determinará el porcentaje inicial de la merma.

$$\%M_0 = \frac{(W_0 - W_f) * 100}{W_0}$$

Donde:

%M0 = Porcentaje de pérdida de peso

W0 = Peso inicial es el peso del pollo después del sacrificio.

Wf = Peso final es el peso del pollo después de su recepción en la planta de Procesamiento.

Esta fórmula permitirá calcular el porcentaje de pérdida de peso en el pollo después del sacrificio y posterior recepción en planta. También se usará para determinar el porcentaje de pérdida de peso en el pollo en cada una de los subprocesos dentro de la planta hasta su distribución. Por otro lado, durante todo el proceso de producción, se tienen en cuenta componentes que determinan la inocuidad, calidad y la seguridad alimentaria. Por ello, se toman como variables: la temperatura, los puntos críticos bajo criterios HACCP y la producción. Estas variables permitirán tener una visualización del estado del proceso productivo y cómo se está desarrollando. Con esta

información, se podrá enmarcar las variables asociadas al proceso en términos de tiempo, costos y sostenibilidad.

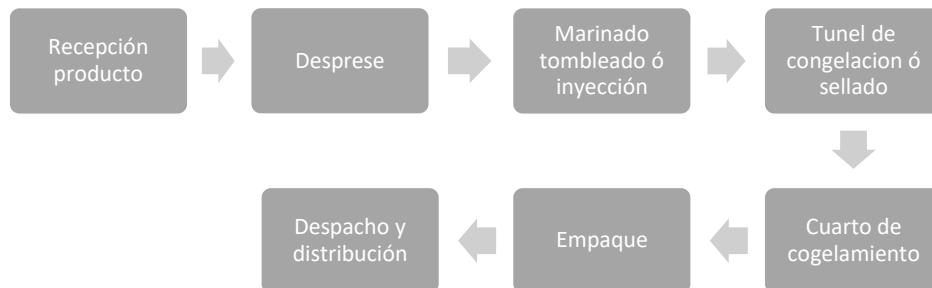
Tabla 7

Variables de instrumento de medición

Variables	Dimensiones
Tiempo: duración o intervalo entre una actividad operacional.	Estas variables se analizarán bajo las dimensiones Six Sigma de:
Temperatura: grado de frío del ambiente en la planta, así como el grado de frío del pollo en el proceso productivo.	Definición de procesos Medición de procesos Análisis de procesos
Merma: el exudado o pérdida de fluido por goteo que permite la variación en peso del pollo.	Mejora de procesos Control de procesos
Criterios HACCP: puntos críticos del proceso, su definición, control y seguimiento.	
Costos: valor monetario de los recursos.	
Producción: bienes/productos finales derivados del proceso productivo.	
Sostenibilidad: capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones.	
<i>Nota:</i> elaboración propia basado en el marco teórico.	

Figura 22

Subprocesos en la planta de procesamiento Procesar SAS



Nota. Elaboración propia basado en la información contenida en la documentación interna de la compañía: la estrategia corporativa y direccionamiento estratégico del año 2022. Son los subprocesos que se tendrán en cuenta para el objeto de estudio.

A continuación, se describen brevemente los subprocesos en planta que se tendrán en cuenta para el diagnóstico de estudio:

- **Recepción:** Es la fase inicial del proceso, los pollos llegan de las plantas de sacrificio en camiones refrigerados y es necesario que las condiciones de llegada (temperatura muy cercana a cero) sean las adecuadas para cumplir con los requerimientos de calidad del producto.
- **Desprese:** Proceso manual a través de despresadoras o sierras sin fin donde se realizan los cortes por presas de los pollos por los operarios.
- **Marinado:** Aplicación de soluciones de salmueras a través de dos procesos principalmente, uno es por inyección que implica el uso de equipos especializados para marinar de manera eficiente y uniforme grandes cantidades de pollo y el otro proceso es el tombleado que implica girar o revolver la salmuera de manera uniforme y

constante En este proceso, el pollo se coloca en grandes tambores o vasos giratorios junto con la mezcla de la marinada. A medida que el tambor gira, la marinada se introduce en la carne, lo que permite una distribución más rápida y uniforme de los sabores. (Alvarado, 2016).

- Túnel de congelación o sellado: Su función principal es enfriar y congelar rápidamente el producto marinado a temperaturas de congelación o incluso temperaturas más bajas para retener la solución salina. (Umaña, 2011).
- Cuarto de congelación: Se utiliza para almacenar alimentos a temperaturas de congelación generalmente alrededor de -18°C o incluso más frías. Esto permite que los alimentos se conserven durante períodos prolongados sin que se deteriore su calidad.
- Empaque: El empaqueo se realiza de manera manual en bolsas individuales, y se procede con el pesaje del producto final a través de una báscula electrónica.
- Despacho y distribución: Al cumplirse el ciclo de procesamiento de la carne de pollo sale a distribución, mediante transporte en camiones con sistema de refrigeración, para ser entregado a los centros de distribución y venta directa.

La maximización de la eficiencia en cada fase del proceso de producción se vuelve crucial para el negocio avícola. Es imperativo reducir al mínimo las pérdidas de peso inherentes a este proceso y ajustarlas a niveles aceptables según los estándares predefinidos.

Instrumento de medición

Con el objetivo de efectuar el diagnóstico del proceso productivo de la empresa Alimentar Procesar SAS, se diseñó un formulario que incluye las metodologías Six sigma y Lean en donde

se evidenciará si en la organización se ha definido, medido, analizado, mejorado y controlado los procesos, teniendo en cuenta su marco Pestel (Político, legal, ambiental económico, social y tecnológico), para ello, se tomaron como base las variables: tiempo, temperatura, merma, Criterios HACCP (puntos críticos), costos, producción y sostenibilidad.

En la variable tiempo, se tuvo en cuenta el manejo de control de tiempos en el proceso productivo, identificando si en cada etapa del proceso, hay definición y controles, asignación de formatos y registro documental. Adicional a ello, se pretende visualizar si esa información relacionada con los tiempos de ejecución se usa para identificar tiempos muertos o cuellos de botella y si son insumos para la mejora continua del proceso. En la variable temperatura, que es un factor crítico para la inocuidad y seguridad alimentaria, se contempló si se cuenta con los recursos físicos y tecnológicos óptimos, así como el cumplimiento de los estándares de calidad durante todo el proceso productivo. Por otro lado, en la variable merma, se estableció que las fases de definición, medición y análisis frente a registros de peso del pollo, registros documentales implementación de tecnologías para mitigar la exudación del pollo y la disposición de residuos.

Para los criterios HACCP, se estableció si en la organización han identificado o no los puntos críticos del proceso, con ello, se consultará la distribución de la planta operativa, el proceso y canales de comunicación, la programación y ejecución de los mantenimientos preventivos, la capacitación del personal, la estructura documental de la producción como manuales y procedimientos, entre otros. Para las variables de costo y producción, se contempló identificar si se tienen definidos los programas y los costos, así como el análisis y control que se ejecutan con base en estos. Finalmente, para la sostenibilidad, se tuvo en cuenta si se contempla una alineación frente a temas de gobernanza, impactos sociales y ambientales.

En este instrumento de elaboración propia, a cada persona entrevista se le brindarán 29 afirmaciones enunciadas bajo la metodología Likert, la cual contará con cinco (5) opciones de respuesta con la siguiente escala de medición y puntaje:

Tabla 8

Escala de medición para el instrumento

Opciones de respuesta	Puntaje asignado
Totalmente de acuerdo	5
Algo de acuerdo	4
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
Algo en desacuerdo	2
Muy en desacuerdo	1

Nota. Elaboración propia basado en escala Likert. La encuesta puede ser consultada en el Anexo A.

Validación del instrumento de medición

Para validar el instrumento de medición descrito, se realizó con los criterios V de Aiken, donde se discriminaron las variables y las preguntas que las estructuraban. Se consultaron a cinco expertos, a quienes se les solicitó calificar cada una de las preguntas formuladas si estaban de acuerdo (1) o en desacuerdo (0) en relación a su grado de claridad, pertinencia y relevancia. Se les planteó se definían los criterios como:

Claridad: la pregunta está correctamente redactada y es fácil de comprender por el evaluador.

Pertinencia: la pregunta permite medir con precisión la variable identificada.

Relevancia: se evidencia un enfoque teórico adecuado en la redacción de la pregunta.

En la selección de los expertos, se tuvo en cuenta a 2 directivos de la empresa y a 3 docentes de la Universidad EAN, los cuales cuentan con una formación y trayectoria significativa y potencial para la revisión de este diseño de diagnóstico:

Docente Seminario de Investigación – EAN (Validación 1),

Ingeniera de Alimentos – Procesar SAS (Validación 2),

Gerente General – Procesar SAS (Validación 3),

Docente Unidad Ingeniería de Procesos – EAN (Validación 4), y

Jefe de Producción – Procesar SAS (Validación 5).

En la siguiente tabla 9 se relaciona la validación de las preguntas por parte de los expertos.

Tabla 9

Resultados de V de Aiken

VARIABLE	PREGUNTA	RESULTADO	VARIABLE	PREGUNTA	RESULTADO
E	A	O	E	A	O
A	1	1,00	D	5	1,00
	2	0,93		6	1,00
	3	1,00		7	1,00
B	1	0,93	E	8	1,00
	2	1,00		1	1,00
	3	0,93		2	0,93
C	1	1,00	F	3	0,93
	2	1,00		4	0,93
	3	1,00		1	1,00
	4	0,93		2	1,00

	5	1,00		3	1,00
	1	0,93		1	1,00
D	2	1,00	G	2	0,87
	3	1,00		3	1,00
	4	1,00			

Nota. Elaboración propia basado en los resultados de la validación del instrumento de medición. En el anexo C se puede encontrar el resumen de la validación de la información recolectada. Se observa que, de las 29 preguntas, 20 tuvieron una validación perfecta con puntaje 1,00; una calificación promedio de 0,97 que, aunque esta debajo del ideal, es un puntaje aceptable que generara modificaciones mínimas al instrumento en alguno de sus definiciones y, por último, solo una de las preguntas tuvo 0,87, por lo que se requiere un ajuste más amplio para mejorar.

De acuerdo con la validación y las retroalimentaciones realizadas, en general, se recibieron observaciones frente al nombre de una de las variables, y unas precisiones acerca del proceso y su alcance. Por otro lado, ninguna pregunta recibió una calificación menor a 0,85, por lo tanto, no hubo preguntas que se necesitaran eliminar. No obstante, las preguntas A2, B1, B3, C4, D1, E2, E3, E4 y G2 presentaron unos resultados entre 0,85 y 0,99, lo que determina que deben revisarse frente a las calificaciones recibidas y ajustarse en claridad. Estas fueron ajustadas en el instrumento de medición; el cual puede ser consultado en el Anexo A. Las preguntas con resultados de 1,00 se aceptaron y no requieren cambios. Por lo anterior se considerada como validado el instrumento de medición y se procede a ejecutar bajo el tamaño de muestra establecido.

Recolección de variables del proceso

De acuerdo con las variables definidas objeto de estudio, se procede a realizar una toma de tiempos en el gemba a través de formatos de recolección de datos; en los cuales se diligenciará el

comportamiento inicial y final de cada variable para calcular el cambio e identificar posteriormente con un análisis estadístico la existencia de una relación de causalidad entre los tiempos de inicio y fin para cada una de las fases del proceso productivo. Esta toma de datos se relacionará con el equipo de este proyecto en conjunto con la compañía durante aproximadamente dos meses para obtener un tamaño de muestra representativa que permita analizar el proceso productivo y estandarizar el método de medición de las variables.

Diagnóstico Organizacional

El proyecto se basa en un diagnóstico acerca de la compañía tanto de factores externos como internos a través de diferentes herramientas metodológicas enmarcadas dentro de la metodología Six Sigma DMAIC. A continuación, se presenta el desarrollo de cada fase de la metodología con el uso de diferentes herramientas Lean Six Sigma con la conclusión y el aporte a la mejora de la problemática planteada. Primero, se realiza una contextualización de las fases de definir, medir y analizar. Se procede a realizar el análisis interno de Procesar teniendo en cuenta la aplicación del instrumento de medición y los resultados obtenidos. Posteriormente, se realiza la aplicación y análisis del SIPO, el BPMN, y el Value Stream Mapping. De ahí, se realiza la medición y análisis estadístico. Por parte del análisis externo, se realiza la aplicación del PESTEL, el desarrollo del mapa de empatía y de stakeholders. Durante la aplicación de cada herramienta y metodología, se realiza la descripción de la respectiva definición y medición y su análisis correspondiente.

Contextualización de las fases D – Definir, M – Medir y A – Analizar

La fase definir busca diagnosticar las oportunidades de mejora y marcar la estrategia a seguir en fases posteriores para el presente proyecto se seleccionaron las siguientes herramientas para diagnosticar el estado del proceso actual orientada al análisis de factores externos e internos. En este apartado se obtendrá un panorama del estado de los procesos del negocio.

Interna: Encuesta organizacional de procesos – SIPOC - BPMN - VSM presente

Externa: PESTEL – Mapa de empatía – Mapa de *stakeholders*

Por otro lado, en la etapa de medición, se cuantifica el panorama definido mediante la recopilación de datos relevantes utilizando diferentes técnicas tales como:

- **VSM Value Stream Mapping:** Permite crear una representación gráfica visual del flujo de materiales e información a lo largo del proceso y se analiza el estado actual del proceso para identificar áreas que generan desperdicio o que no agregan valor.
- **Análisis estadístico:** Obtener información sobre el proceso, incluyendo las etapas del proceso, los recursos utilizados, variables como los tiempos de ciclo, temperatura y peso. Realiza el diseño de formatos para la recolección de datos.
- **Mapa del Proceso:** Crear un diagrama de flujo que describa cada paso desde la compra del pollo hasta el empaque producto final. En este podemos analizar varios aspectos importantes que afectan al proceso.

Finalmente, en la etapa de análisis, se realizarán las respectivas observaciones y estudios con base en los resultados obtenidos que nos permitan entender el estado actual del proceso, así como problemáticas, causas y efectos.

Encuesta organizacional de procesos

Se recolectaron en total 20 muestras con los siguientes resultados de afinidad por las variables analizadas:

Tabla 10

Resultados de afinidad de variables

FACTOR	PROCESAR	FACTOR	PROCESAR
Costos	0,87	Productividad	0,84

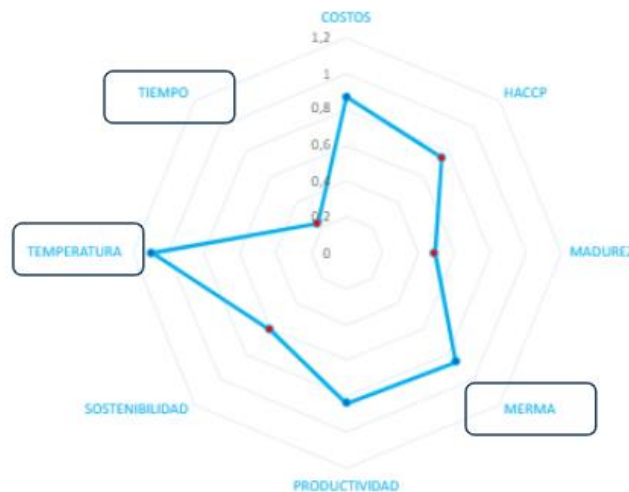
HACCP	0,75	Sostenibilidad	0,61
Madurez	0,49	Temperatura	1,09
Merma	0,86	Tiempo	0,23

Nota: Elaboración propia para la sinterización y análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta al personal de Procesar SAS.

La tabla 10 y figura 23 muestran que la organización tiene un alto control de variables como temperatura y los costos de la operación; en términos de madurez de los procesos, control de tiempo y criterios HACCP hay grandes oportunidades de mejora. Para el análisis a realizar del proceso productivo se segmentan las variables de Tiempo, Temperatura y Merma debido a su criticidad para el objetivo propuesto y la solución de la problemática, con esto se pretende encontrar una relación que mejore la merma explicada a través de los otros dos factores mencionados.

Figura 23

Estado de las variables de Procesar SAS



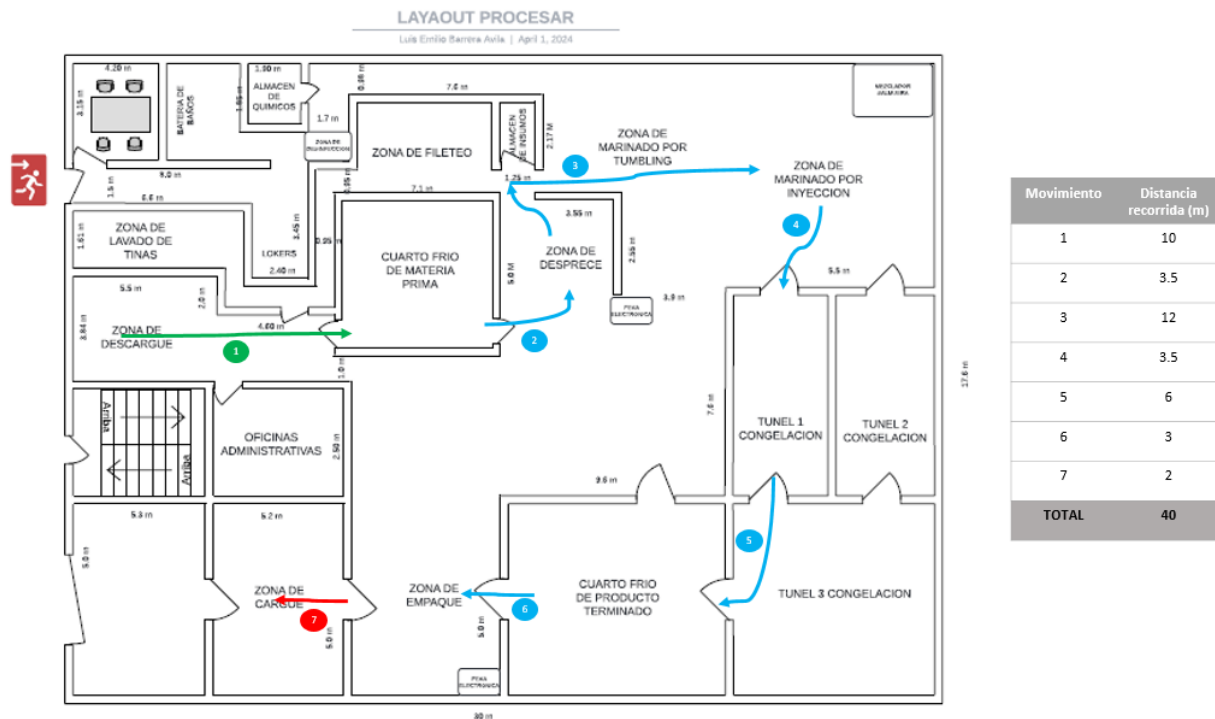
Nota: Elaboración propia para la visualización los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta al personal de Procesar SAS.

Diagrama de espagueti

A continuación, se presenta el diagrama de espagueti de la compañía Procesar SAS para su producción de pechuga y pierna pernil.

Figura 24

Diagrama Espagueti Proceso de Producción Procesar SAS



Nota. Realización propia basado en *layout* de empresa Procesar y los datos de observación del proceso de producción en la planta.

Se evidencia que el flujo recorrido total del producto es de 40 metros, adicional no se presenta ningún contraflujo relevante dentro del diseño del proceso que pueda generar mudas. Se puede concluir que procesar tiene un *layout* adecuado para la ejecución de su proceso actual.

SIPOC

Con la visualización del método SIPOC (Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes) en la figura 25, se puede evidenciar los elementos claves que le permiten a Procesar SAS realizar su objeto social y cumplir satisfactoriamente la demanda que tienen sus clientes en el sector. La caracterización general de la operación abarca los proveedores relacionados con las entradas requeridas para la obtención de la materia prima, la maquinaria y equipo, y dotación y elementos de protección personal para los colaboradores. Con esto, los productos finales se gestionan a nivel interno de acuerdo con los pedidos personalizados y son entregados a empresas públicas o privadas que requieran pollo crudo en su cadena de suministro.

Figura 25

Método SIPOC Procesar SAS



Nota: Elaboración propia con base en el análisis de la operación de Procesar SAS. Se identifican cada uno de los elementos requeridos para determinar los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes del negocio.

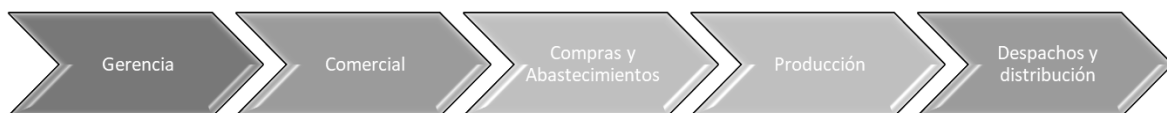
- **Proveedores:** Para Procesar SAS, uno de los stakeholders clave para su operación son los proveedores, quienes son los encargados de brindar materias primas, servicios,

maquinaria y equipo, empaques, elementos de trabajo, vehículos, entre otros, que son requeridos como entradas para gestionar en los procesos.

- **Entradas:** Todos los elementos como políticas, estándares, normatividad, certificaciones, requisitos, permisos, entrenamientos, personal, insumos y materia prima como pollos, salmueras, servicios de sacrificio, empaques y envases, maquinaria y equipo, elementos de protección personal, servicios públicos, son requeridos para la operación en los procesos de Procesar SAS.
- **Procesos:** En el proceso de operación de Procesar SAS, se manejan una estructura por áreas de trabajo y se tiene caracterizado cada proceso de acuerdo con las funciones inherentes a cada uno de los roles y responsabilidades asignadas. Como se puede observar en la figura 26, el proceso inicia en el área gerencial, pasa por el área comercial, luego por compras y abastecimientos, para desarrollar toda la producción y cumplir con los despachos y entrega del producto final al cliente.
- **Salidas:** Como producto final terminado, se cuenta con pollo crudo que puede contener características como: entero o despresado, fileteado, marinado a diversos porcentajes de acuerdo con los requerimientos del cliente.
- **Clientes:** Para Procesar SAS se cuenta con clientes de entidades públicas o privadas que prestan servicios de alimentación, restaurantes, negocios en plazas de mercado en Bogotá y la Sabana, emprendedores, y se está revisando la línea de ventas para incluir a ventas a personas naturales en sus hogares.

Figura 26

Proceso de Operación de Procesas SAS



Nota: Elaboración propia con base en observaciones de la operación de Procesar SAS.

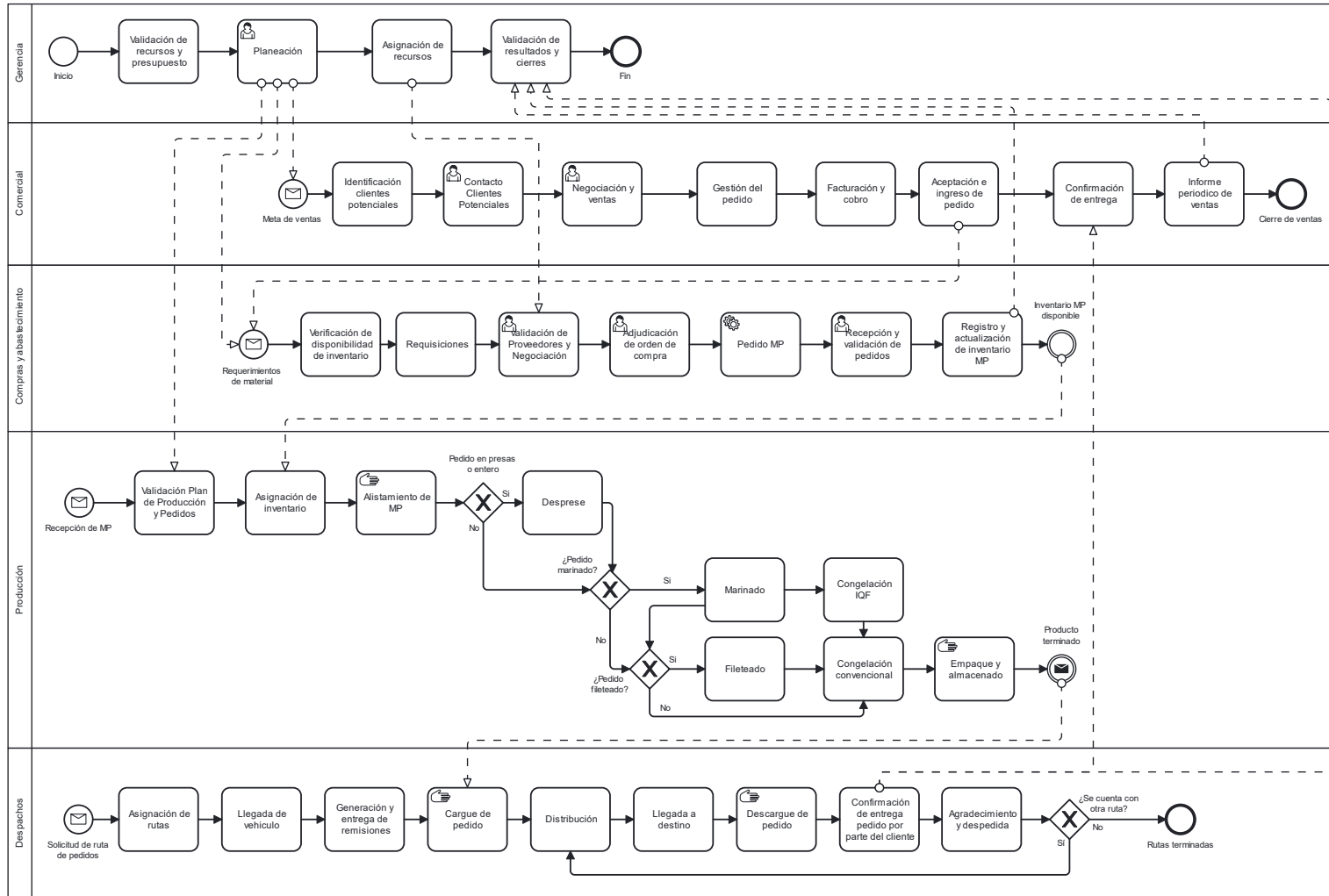
Business Process Modeling and Notation (BPMN)

En la figura 27, se encuentra el diagrama BPMN (Notación de Modelado de Procesos) de Procesar SAS, herramienta elegida para visualizar el estado actual del proceso de la operación y sus flujos de trabajo en la organización y que nos permite diagnosticar la operación e identificar puntos clave de gestión. En este se puede observar que el proceso inicia en el área gerencial, en donde se encargan de realizar la validación de recursos y presupuestos, la planeación de la operación, la asignación de recursos y el seguimiento y control para la mejora continua de las operaciones. Se cuenta con el área comercial, quienes se encargan de realizar los acercamientos y negociaciones con los posibles clientes para el cumplimiento de las metas proyectadas.

Por otro lado, en el área de compras y abastecimiento, se centralizan las validaciones de proveedores, se asignan y gestionan los pedidos y se lleva el control del inventario y recursos para soportar la operación. En el área de producción, se realizan los procesos de transformación para los tipos de productos que se ofrecen, ya pueden ser pollos enteros o despresados y con o sin características de marinado o de fileteado y su empaquetado para posterior distribución. En esta área, se llevan a cabo todas las actividades relacionadas con construir las características del pollo como lo requiere el cliente, al mismo tiempo que se llevan a cabo controles de calidad para verificar que se conserve la cadena de frío (temperatura bajo la normatividad), salmueras certificadas en el porcentaje previsto, correcto peso, empaque y etiquetado, entre otras condiciones. Posterior a todo el proceso de manufactura, se realizan procesos de despacho de acuerdo con los pedidos que se tengan programados, se cuenta con vehículos propios con un sistema de control de temperatura y en cumplimiento con lo reglamentario para el transporte de productos crudos.

Figura 27

BPMN de la Operación de Procesas SAS



Nota: Elaboración propia con base en la observación de la operación y la cadena de Suministro de Procesar SAS. Se identifica que la operación se maneja por áreas de trabajo y centralizan sus actividades de acuerdo con los roles y cargos de cada área funcional.

Value Stream Mapping Presente (VSM)

Para dibujar o crear el Value Stream Mapping (VSM) para la empresa Procesar SAS se definieron las siguientes etapas:

Definir una familia de productos

En este proceso o etapa se utilizó el diagrama de Pareto o regla 80/20 con la finalidad de identificar y priorizar los productos más importantes o representativos. Para nuestro análisis los criterios seleccionados fueron los procesos a los que son sometidos, ventas y demanda arrojando los siguientes resultados:

Tabla 11

Pareto de Procesos

Producto	Kg/mes	PARETO PROCESOS							
		Recepción producto	Desprese	Marinado	Congelación o sellado	Congelación	Empaque	Distribución	
Pernil con rabadilla	24619,83		x	x	x	x	x	x	
Pechuga	23399,33		x	x	x	x	x	x	
Pollo entero	3458,17	x		x	x	x	x	x	
Alas sin costillar	1283,17		x	x	x	x	x	x	
Alas con costillar	925,83		x			x	x	x	
Pernil sin rabadilla	840,67		x	x	x	x	x	x	

Nota. Elaboración propia basado en la observación y datos históricos entregados por parte de la organización en las visitas a la planta de producción.

De la tabla 11, se puede inferir que no hay una clara distinción que permita definir una familia de productos basada en los procesos, dado que la mayoría de los productos pasan por todos los procesos.

Tabla 12

Pareto por demanda

PARETO POR DEMANDA				
Referencia	Kg producidos/mes	% En la producción	% Acumulado	Cut off %
Pernil con rabadilla	24619,83	45%	45%	0,8
Pechuga	23399,33	43%	88,1%	0,8
Pollo entero	3458,17	6%	94,4%	0,8
Alas sin costillar	1283,17	2%	96,8%	0,8
Alas con costillar	925,83	2%	98,5%	0,8
Pernil sin rabadilla	840,67	2%	100,0%	0,8

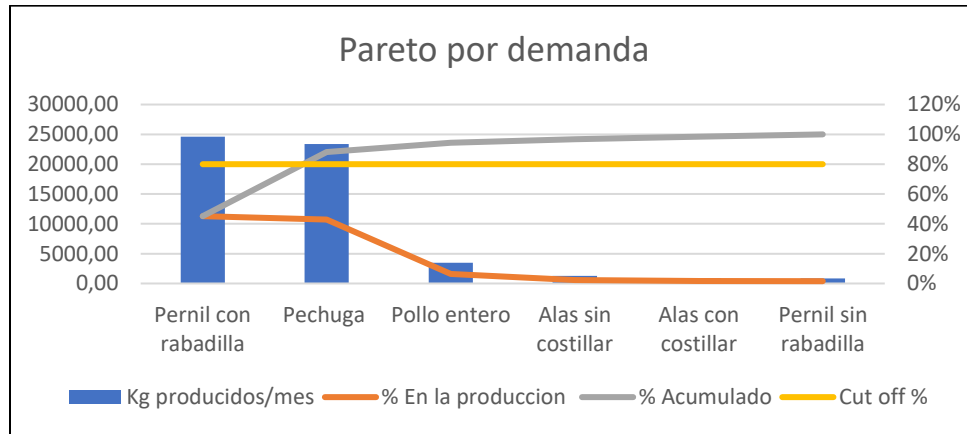
Nota. Elaboración propia basado en la observación y datos históricos entregados por parte de la organización en las visitas a la planta de producción.

Dado que en el valor de corte es del 0.8 (o 80%), se realizó un enfoque en los productos que superan este valor para definir la familia de productos principal. Con base en este análisis, se puede concluir que la familia de productos principal está compuesta por el "Pernil con rabadilla" y la "Pechuga", ya que representan el 88% de la producción total y superan el valor de corte del 80%.

Finalmente, se procedió a realizar un tercer análisis, esta vez considerando como factor las ventas de los últimos seis (6) meses. Se calculó el promedio de ventas mensual para cada producto, y los resultados se muestran en la tabla 13.

Figura 28

Pareto por demanda



Nota. Elaboración propia basado en la observación y datos históricos entregados por parte de la organización en las visitas a la planta de producción.

Tabla 13

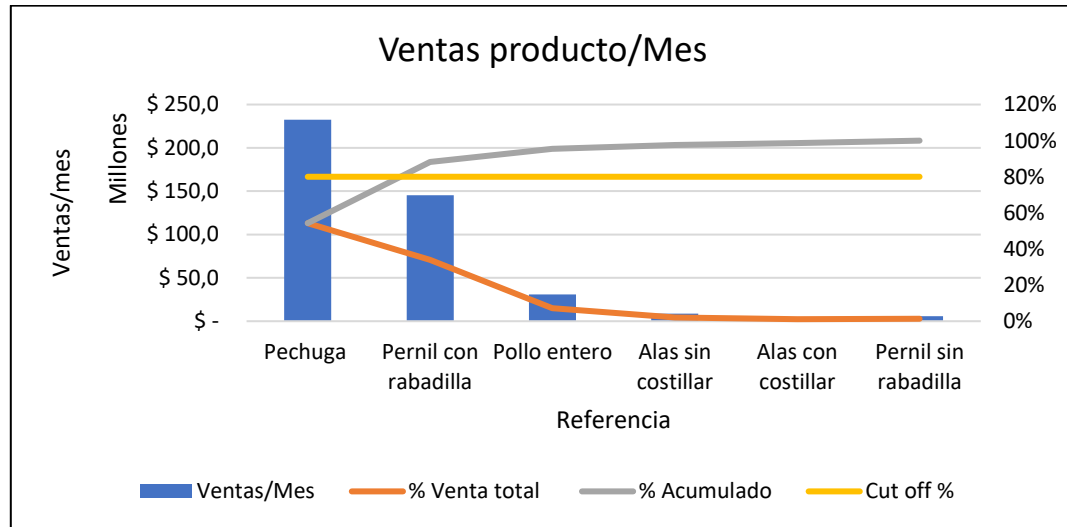
Pareto por ventas por mes

PARETO POR VENTAS/MES				
Referencia	Ventas/Mes	% Venta total	% Acumulado	Cut off %
Pechuga	\$ 232.449.182,0	54%	54%	0,8
Pernil con rabadilla	\$ 145.210.464,2	34%	88%	0,8
Pollo entero	\$ 31.007.090,0	7%	95%	0,8
Alas sin costillar	\$ 8.861.179,9	2%	98%	0,8
Alas con costillar	\$ 4.829.216,8	1%	99%	0,8
Pernil sin rabadilla	\$ 5.763.057,7	1%	100%	0,8

Nota. Elaboración propia basado en la observación y datos históricos entregados por parte de la organización en las visitas a la planta de producción.

Figura 29

Ventas de productos por mes



Nota. Elaboración propia basado en la observación y datos históricos entregados por parte de la organización en las visitas a la planta de producción.

Los productos que superan el valor de corte y, por lo tanto, pueden considerarse parte de la familia principal son la Pechuga (54%) y el Pernil con rabadilla (34%). Al comparar los resultados del Pareto por ventas/mes con los del Pareto por demanda, observamos que la "Pechuga" y el "Pernil con rabadilla" están presentes en ambas listas como los productos más importantes en términos de ventas y producción, respectivamente. Esto sugiere que estos dos productos son consistentemente relevantes tanto en términos de demanda como de ventas. Por lo tanto, se definieron como la familia principal de productos.

Diseño del Databox

Se definieron las métricas claves para el éxito del proceso las cuales fueran consistentes y comparables entre las diferentes etapas del proceso y a lo largo del tiempo, fáciles de entender y comunicar y además que estén directamente relacionados con el flujo de valor y contribuyan a la comprensión del proceso y las áreas de mejora. Esto garantizó una evaluación precisa y coherente del desempeño del proceso alineado con los objetivos de mejora del proceso.

Tabla 14

Databox VSM

DATABOX			
CLIENTES	# Clientes	Cantidad por despacho	Tiempo de ciclo
	Kgs	Undad Empaque	Tiempo de alistamiento
	Frec. Desp	LT (dias)	Disponibilidad
	Forecast:	Costo (\$)	Shift NB
	LT Contrac	Forecast/Estimación y monitorización	Inventarios
	LT Actual	Frec.	Tiempo valor agregado
	Prod.Cliente	# SKU's	Tiempo no valor agregado
	Tray/ Empaque		

Nota. Elaboración propia basado en la observación y datos históricos entregados por parte de la organización en las visitas a la planta de producción.

Cálculo del Takt Time

Una vez que se ha definido el *Databox* para crear el *Value Stream Mapping* (VSM), el siguiente paso clave es calcular el *takt time*. Este último es una métrica fundamental en la gestión de la producción que se utilizó para sincronizar el ritmo de producción de Procesar S.A.S con la demanda de sus clientes y así determinar el tiempo que dispone para completar un kilo de producto para satisfacer la demanda de sus clientes.

Tabla 15

Cálculo del Takt Time

Cálculo del Takt Time			
Demanda / periodo	Demanda del Cliente mes	:	48019,3 Kg/mes
	Días hábiles mes	:	21 Días/mes
	Días netos laborables	:	252 Días/año
	Requerimiento Cliente/día	:	2.286,63 Kg/día
Tiempo Neto Operativo	Turnos por día	:	3 Turnos/día
	Horas/Turno	:	8,0 Horas/Turno
	Min/turno	:	480,0 Min/turno
	Descanso-Breaks-Almuerzo (min)	:	45,0 Minutos
	Descanso-Breaks-Almuerzo(hours)	:	0,33 Horas
	Tiempo Operativo Neto (seg)	:	78.300,00 Seg/día
	Tiempo Operativo Neto (min)	:	1.305,00 Minutos/día
	Tiempo Operativo Neto (horas)	:	23,00 hora/día
Takt Time	TAKT TIME Average (seg))	:	34,24 Seg/Kg
	TAKT TIME Average (min)	:	0,57 minuto/Kg
	TAKT TIME Average (hrs)	:	0,01 hora/Kg
	TAKT TIME Average (days)	:	0,0004 día/Kg

	TAKT RATE Average	:	1,75	Kg/min
	TAKT RATE Average	:	99,42	Kg/hora
	TAKT RATE Average	:	2.286,63	Kg/día
Pitch	Unidad de Empaque	:	50,00	Kg/Lona Empaque
	Pitch	:	28,54	Minutos

Nota. Elaboración propia basado en la observación y datos históricos entregados por parte de la organización en las visitas a la planta de producción.

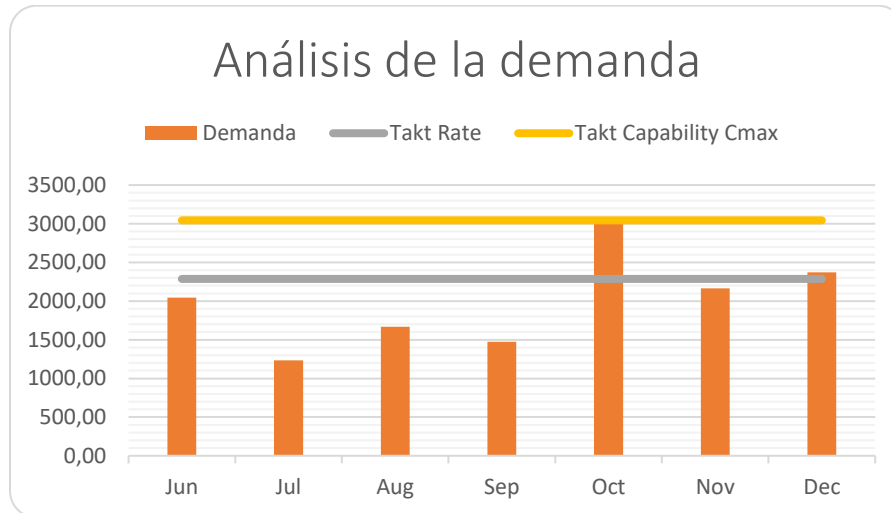
De acuerdo con la tabla 15, el ritmo de producción para procesar un kilo de producto para satisfacer la demanda del cliente es de 34.54 seg/kg. También en la tabla anterior se calculó el tiempo de paso o el tiempo requerido que se usa para empacar de acuerdo a la necesidad del cliente es de 28.54 minutos por lona de 50Kg.

Se realizó el análisis de la demanda diaria y se calculó la capacidad máxima del mismo de 3043,82 kg/día y el tiempo necesario para producir un kilo de producto cuando el proceso está funcionando al máximo rendimiento. También se aplicó la técnica *OVERCAPACITY* aumentando en un 20% la capacidad de producción en dado caso se presente una sobreproducción, el sistema tenga la capacidad de atender la demanda, y finalmente se analizó el sistema en función del *Takt Rate*, *Takt Capability Cmax* y la demanda como se muestra en la figura 30.

Este análisis proporcionó información sobre la capacidad de producción de los últimos seis (6) meses del proceso y su capacidad para satisfacer la demanda del cliente de manera eficiente; también sugiere prestar atención a la sobre capacidad para evitar ineficiencias y costos adicionales en el proceso.

Figura 30

Análisis de la demanda



Nota. Elaboración propia basado en la observación y datos históricos entregados por parte de la organización en las visitas a la planta de producción.

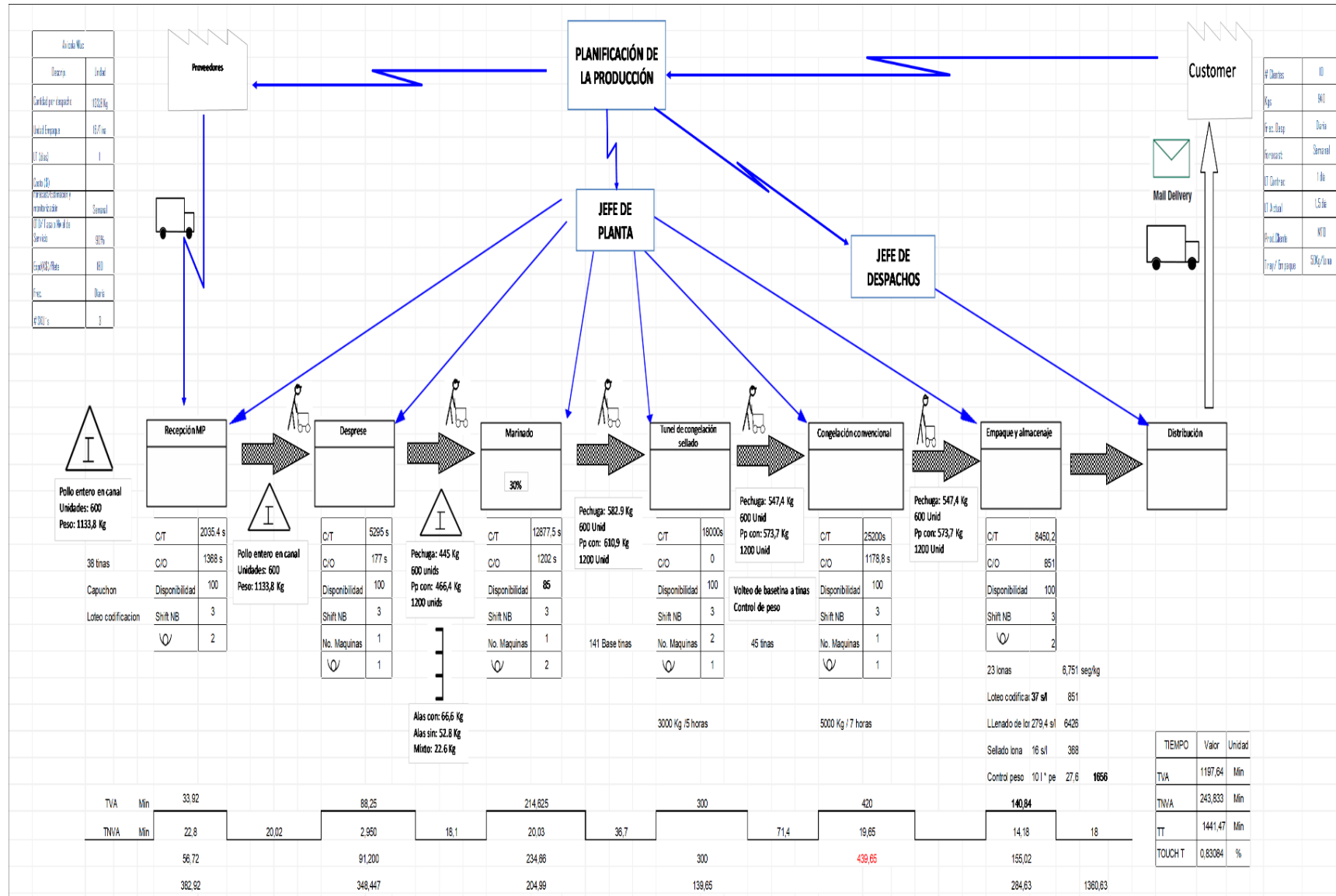
Creación del el Value Stream Mapping (VSM)

Se dibujó de derecha a izquierda es decir en función de la demanda del cliente. Se determinó que el modelo de producción de Procesar SAS es de tipo PUSH y también se determinaron los límites del proceso que se va a mapear. En este caso, desde la recepción del pollo en promedio o canal hasta la distribución del producto final a los clientes.

Se identifica todas las etapas y actividades involucradas en el proceso, desde la recepción del pollo hasta su entrega al cliente final. Esto incluyó inspecciones, pesadas, procesamiento, empaque y transporte, entre otros, que nos permitió recolectar datos sobre el flujo actual de materiales e información a través del proceso sobre tiempos de ciclo, inventarios y desperdicios, tiempos de espera, transporte innecesario, exceso de inventario, retrabajos, entre otros.

Figura 31

VSM Actual de Procesar SAS



Análisis del VSM

Análisis de tiempo del proceso: El análisis de los tiempos del VSM de acuerdo a la Tabla 16 de análisis de tiempo del proceso nos indica que el 16.92% que corresponde a 243.83 minutos es un tiempo que no agrega valor o es un desperdicio o muda y que este está relacionado con inspecciones “Toma de peso en cada estación de trabajo” y a otras actividades tales como el volteo de tinajas entre procesos los cuales serán objeto de estudio ya sea para eliminarlas, minimizarlas según sea el caso.

Tabla 16

Análisis de tiempo del proceso

TIEMPO	Valor	Unidad
TVA	1197,64	min
TNVA	243,83	min
TT	1441,47	min
TOUCHT	0,8308	%

Nota. Elaboración propia

Análisis de tiempo de ciclo vs *takt time*: De acuerdo a la tabla 17 de tiempo de ciclo vs. *Takt Time*, el ritmo al que se debe producir para satisfacer la demanda es de 34.24 segundos por kilogramo de producto. Esto significa que cada proceso en las estaciones de trabajo debe completarse en 34.24 segundos o menos para cumplir con la demanda del cliente. A continuación, se detallan los tiempos de ciclo de cada una de las estaciones de trabajo en comparación con el *Takt Time*.

Tabla 17

Tabla de tiempo de ciclo vs takt time

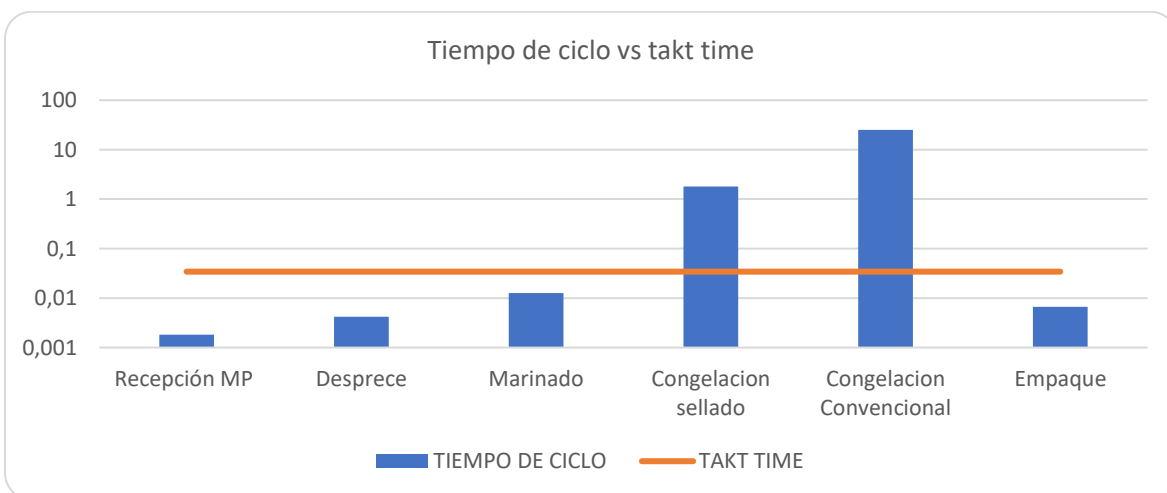
PROCESO	TIEMPO DE CICLO seg	TAKT TIME seg
Recepción MP	1,82	34,24
Desprese	4,18	34,24
Marinado	12,56	34,24
Congelación de sellado	1800	34,24
Congelación Convencional	25200	34,24
Empaque	6,68	34,24

Nota. Elaboración propia

La figura 32, compara el tiempo de ciclo de cada etapa del proceso de producción con el *Takt Time*. El eje vertical utiliza una escala logarítmica para visualizar mejor las diferencias significativas entre los tiempos. El *Takt Time* (34.24s) está representado por una línea roja horizontal, mientras que los tiempos de ciclo de cada proceso están representados por barras azules.

Figura 32.

Comparación Tiempo de ciclo VS *Takt Time*



Nota. Elaboración propia

De la figura 32, se determinó que la mayoría de los procesos funcionan eficientemente dentro del *Takt Time*, excepto la congelación/sellado y la congelación convencional, que representan serios cuellos de botella si se analiza bajo este principio, si es por capacidad de almacenamiento el cual tiene 12 toneladas no genera cuellos de botella. Abordar estos procesos críticos es esencial para mejorar el flujo de trabajo y asegurar que se pueda cumplir con la demanda del cliente de manera eficiente. Otro proceso a revisar es de marinado dado su tiempo el cual, si se compara con el tiempo de la estación anterior, produce también un cuello de botella.

Medición y Análisis estadístico

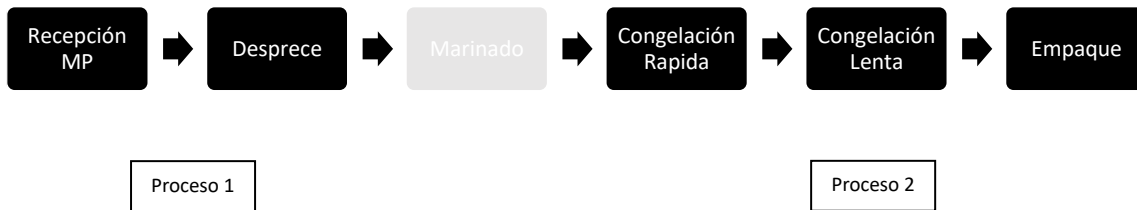
Para llevar a cabo la medición del proceso productivo, se diseñaron unos formatos de recolección de datos que se pueden observar en el Anexo B para cada una de las fases del proceso productivo debido a que, por el bajo nivel de control en los procesos de la compañía, no se tienen datos históricos de la fabricación con las variables del proceso como temperaturas y tiempos de procesamiento.

Se recolecto información desde el 15 de enero de 2024 hasta el 15 de marzo del 2024, tomando en total de cuatrocientos (400) registros los cuales representan noventa y cuatro (94) grupos de materiales de fabricación de producto. Posterior a ello, se realizó la tabulación y depuración de la información encontrando nueve (9) grupos de materiales con datos atípicos e incoherentes que fueron depurados para el estudio en mención.

El análisis estadístico se realizó con un total de 85 grupos de materiales. Se dividió en dos el proceso productivo, esto debido a que la fase de marinado se adquiere peso sobre el producto y no permite analizar merma. Se dividió en Proceso 1: Materia prima a inicio de proceso de marinado y Proceso 2: fin de proceso de marinado a empaque.

Figura 33

Clasificación del proceso productivo en dos etapas para el análisis estadístico



Nota. Elaboración propia

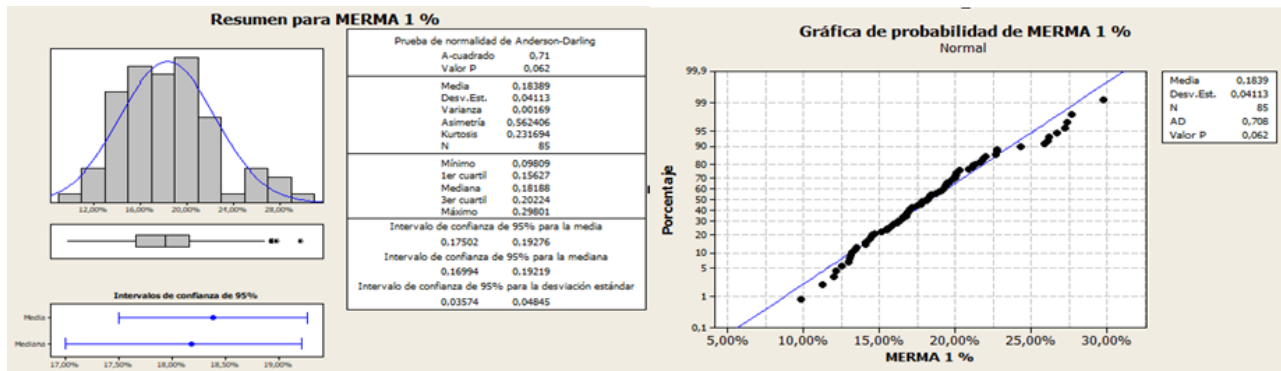
En el anexo D, se puede verificar los datos resumidos de las muestras realizadas y la segmentación en los dos procesos mencionados. Primero, se realiza el análisis univariado y posterior a ello el bivariado relacionando la variable objeto de estudio Merma contra la temperatura y tiempo. Cabe resaltar que para todos los análisis estadísticos realizados se hace uso del software miNitab para facilitar el tratamiento de la información.

Análisis univariado

Se desarrolla análisis de estadísticos descriptivos para la variable objeto de estudio Merma y prueba de normalidad segmentado para ambos procesos:

Figura 34

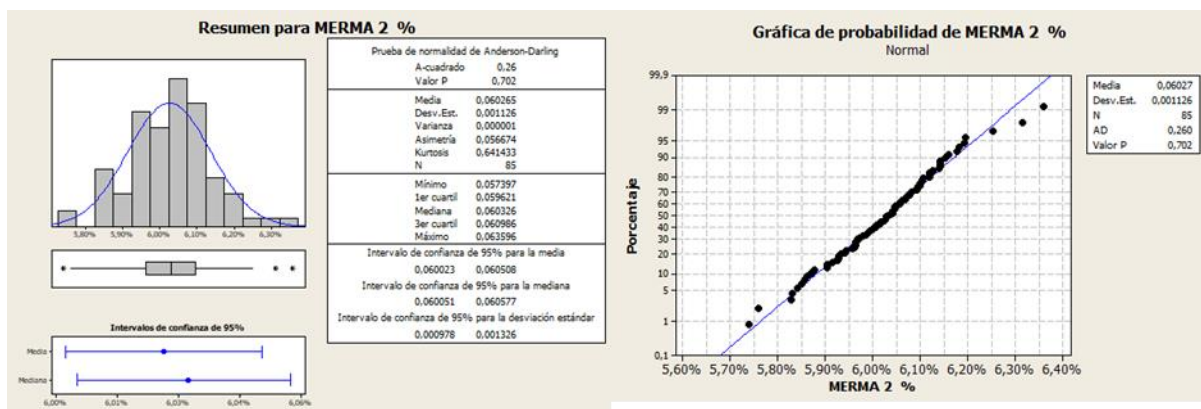
Análisis estadístico descriptivo y prueba de normalidad Muestra Proceso 1



Nota. Elaboración en software miNITab para el análisis de los datos estadísticos recopilados en el diagnóstico para la muestra Proceso 1.

Figura 35

Análisis estadístico descriptivo y prueba de normalidad Muestra Proceso 2



Nota. Elaboración en software miNITab para el análisis de los datos estadísticos recopilados en el diagnóstico para la muestra Proceso 2.

Se evidencia que ambos procesos cuentan con un comportamiento normal de acuerdo con la prueba de Anderson Darling donde el p valor es mayor que 0,05 y acorde a la prueba de hipótesis se rechaza la hipótesis nula de “Los datos no se comportan de manera normal”. Esto permite hacer un análisis estadístico bajo condiciones de normalidad sobre la variable objeto de estudio e indica que el proceso se encuentra bajo un control que se comporta con esta distribución de normalidad.

H0: Los datos siguen una distribución normal $p > 0,05$

H1: Los datos no siguen una distribución normal $p < 0,05$

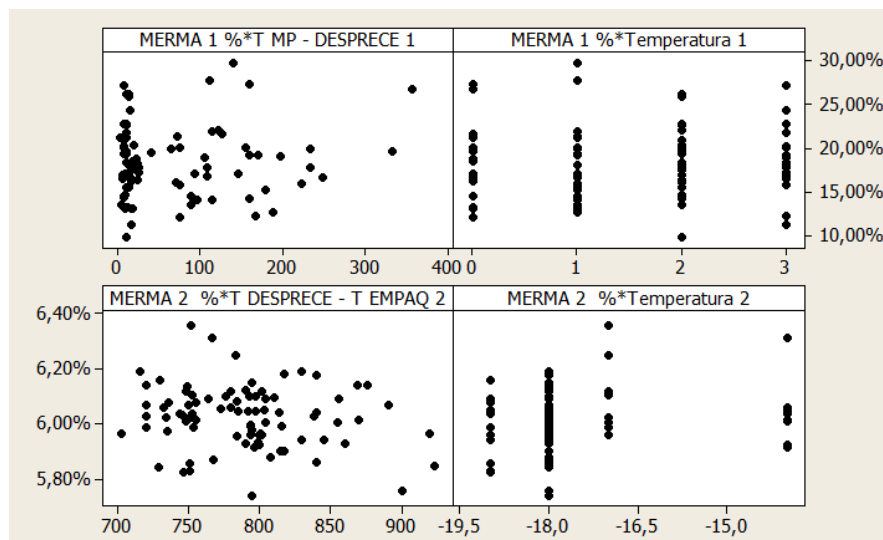
Adicional, comparando las medias se identifica que el proceso 1 (18,3%) frente al proceso 2 (6,02%) presenta una mayor merma o pérdida de peso.

Análisis bivariado

Para este análisis se realiza el cálculo del factor de correlación y las gráficas de dispersión asociadas para ambo procesos pareados entre la variable de merma frente a temperatura y tiempo, esto con el objetivo de identificar alguna relación existente.

Figura 36

Correlación entre merma temperatura y tiempo para los procesos 1 y 2



Nota. Elaboración en software miNitab para el análisis de los datos estadísticos recopilados en el diagnóstico para la muestra del proceso.

Se calculó la correlación de Pearson para las variables en mención a través del software miNitab.

Tabla 18

Resultados prueba de correlación de Pearson pareado

Variab les	Correlación	P-Valor
Proceso 1: Merma - Temperatura	0,056	0,610
Proceso 1: Merma – Tiempo	0,087	0,429
Proceso 2: Merma - Temperatura	0,110	0,318
Proceso 2: Merma - Tiempo	-0,170	0,120

Nota. Elaboración propia con base en los resultados de la correlación de Pearson para las variables en mención a través del software miNitab.

De acuerdo con la correlación, se cuenta con las hipótesis:

H0: Los datos están correlacionados significativamente $p > 0,05$

H1: Los datos no están correlacionados significativamente $p < 0,05$

Acorde a los resultados mostrados en la tabla 18, se evidencia que no hay una relación significativa estadísticamente entre las variables de estudio por lo que no podemos concluir alguna relación de tipo lineal en los datos recolectados.

Análisis PESTEL

De acuerdo con el análisis del mercado y de factores externos, a continuación, se relaciona los resultados de los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales del entorno en el que interactúa Procesar SAS.

Tabla 19

Análisis PESTEL para Procesar SAS

FACTOR	VARIABLE	PLAZO	IMPACTO
Económico	El desarrollo económico de Bogotá región ha aumentado en un 22% por ciento frente al año inmediatamente anterior para el 2022, según el observatorio de desarrollo económico de Bogotá. Esto convirtiendo la región en un holding económico para el resto del país en todos los sectores de la economía (ODE, 2023).	Mediano	Positivo
Económico	Incremento del consumo per cápita de Colombia en los últimos 5 años, de 19 kg a 35,3 kg (Bolsa mercantil de Colombia, 2023).	Corto	Positivo
Económico	Mercado de pocos competidores y con altas barreras de ingreso, liderado por marcas como McPollo, Cargill y Avícola; esto según el ranking de líderes del sector avícola (Fenavi, 2021).	Corto	Negativo
Económico	Sector de alimentos cárnicos en crecimiento aporta hasta el 2,6% del PIB de la nación (DANE, 2023)	Corto	Positivo
Legal	Decreto 1500 de 2007 HACCP: En el cual se regula todos los controles mínimos requeridos para la industria alimentaria elaborado por el Ministerio del interior y de justicia (Invima, 2023).	Corto	Positivo

Político	Según el observatorio económico laboral dentro de los Objetivos de desarrollo sostenible (ODUR, 2022), el octavo que relaciona el “Trabajo decente y desarrollo económico” de Funza en 2021 está en 9,8% ubicándose por encima del objetivo nacional de 9,6%, lo que indica una alta tasa de desempleo lo que puede afectar a la empresa por la migración en busca de mejorar su economía de las personas a las grandes ciudades.	Corto	Negativo
Político	Decisiones de bajos incrementos en el salario mínimo generan desinterés en nuevas generaciones de buscar trabajo formal en compañías lo que dificulta la selección de personal capacitado en la industria. (Ministerio del trabajo, 2024).	Corto	Negativo
Legal	Ley 277 de 2022 de ultra-procesados del Ministerio de Salud (Dian, 2022), incentiva el consumo de alimentos naturales como carnes animales e impone diferentes regulaciones con impuesto a los ultra-procesados.	Corto	Positivo
Social	Se evidencia en los procesos de selección de la compañía que no hay personal disponible con competencias en el sector de alimentos en la región para poder ocupar puestos en la industria, esto acorde a lo que indica el gerente de la compañía de Procesar SAS.	Corto	Negativo
Social	Se evidencia que el SENA ofrece cursos gratuitos y virtuales al acceso de toda la sociedad en el sector de alimentos, más de 31 cursos disponibles (Sena, 2024).	Mediano	Positivo
Social	Hábito de consumo del país donde se prefiere el consumo de pollo sobre las demás carnes. (Bolsa mercantil de Colombia, 2023).	Corto	Positivo

Tecnológico	Según la ANDI (2020), la industria alimentaria se está transformando digitalmente, y está incursionando al uso de nuevas tecnologías e integrar canales digitales a sus procesos y a la generación de valor.	Corto	Positivo
Tecnológico	Actualmente existen variedad de técnicas para congelar alimentos, criogenia, nitrógeno, túneles de congelación u otros que permiten controlar la vida útil y mantener muchas de sus características organolépticas (Bernad, 2024).	Corto	Positivo
Tecnológico	Según la revista FoodTech (2024), las metodologías ágiles ayudan a mejorar la inocuidad alimentaria porque le permite al sector desarrollar innovación en sus procesos adaptándose a los cambios rápidos del mercado.	Corto	Positivo
Tecnológico	Colombia Food Tech es un programa que apoya las PYMES para acelerar su transformación tecnológica en la industria de alimentos (Vertical-i, 2023).	Corto	Positivo
Ambiental	Resolución 0242 de 2013 en la cual se determinan los requisitos sanitarios para los establecimientos del sector avícola (Ministerio de salud y protección social, 2013).	Corto	Positivo

Nota. Elaboración propia con base en los resultados del análisis del mercado.

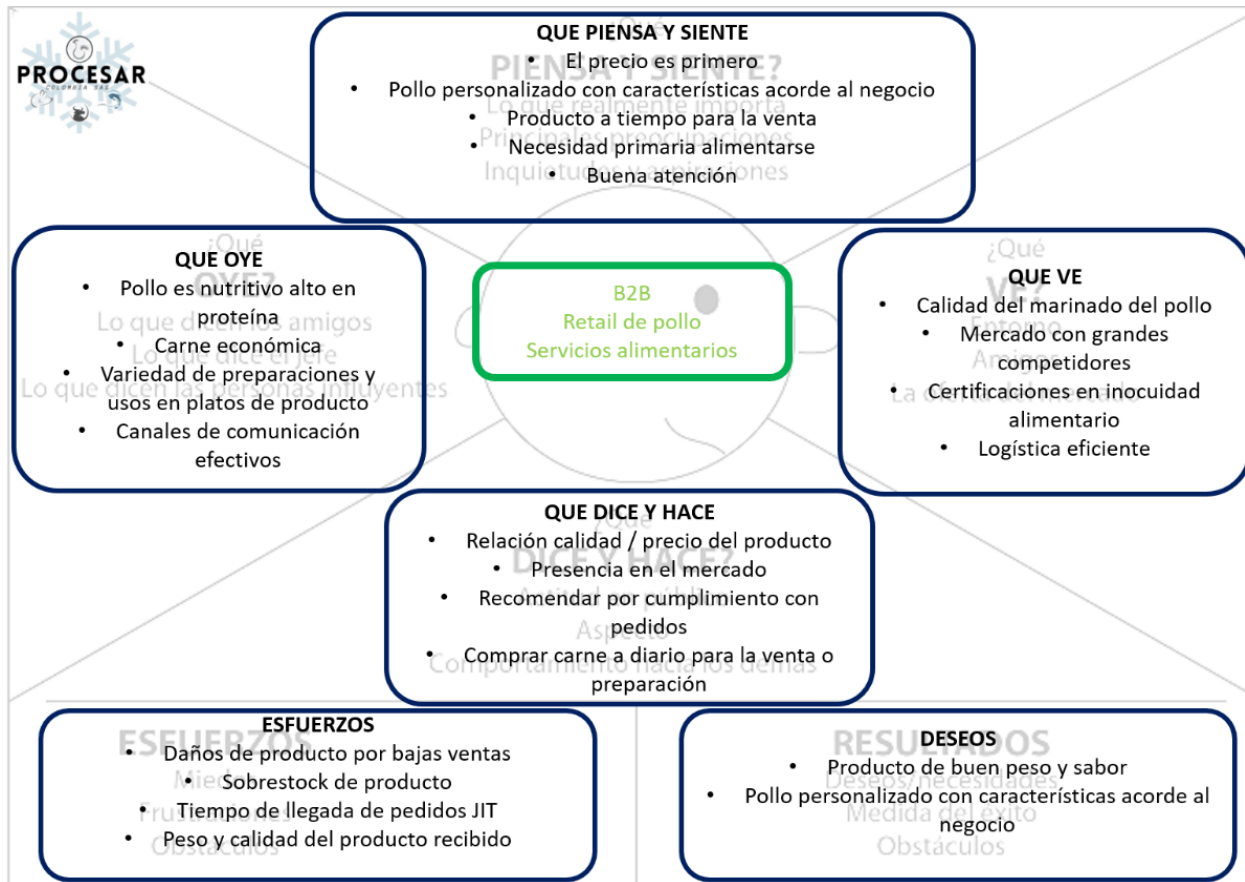
Mapa de Empatía

Para establecer las características del perfil cliente de Procesar SAS, se estableció la aplicación de la herramienta Mapa de Empatía, en la cual se establece seis aspectos a revisar: El cliente corresponde a una comercialización a otras empresas o negocios -B2B (*Business to Business*)- que usan el pollo crudo para comercializar al *retail* o al por mayor de pollo del sector alimentario, o hace parte de su proceso interno para transformarlo en servicios alimentarios. Se valida los aspectos de su pensamiento y sentimientos, lo que perciben al escuchar y ver, y qué

dicen y hacen respecto al producto. De igual forma, se tienen en cuenta sus esfuerzos y deseos con relación al producto y a los servicios de marinado.

Figura 37

Mapa de Empatía



Nota. Elaboración propia con base en la operación y a los *stakeholders* de Procesar SAS

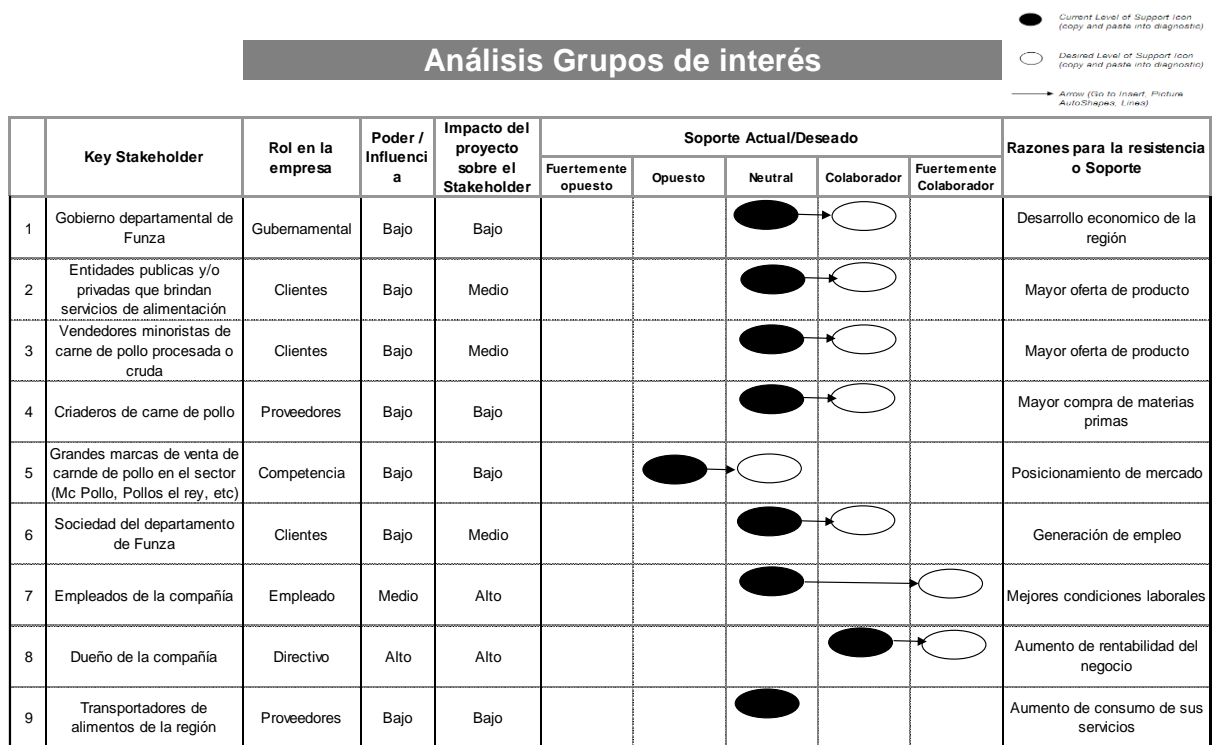
Se evidencia en la figura 37, que el cliente lo que más valora es un servicio a tiempo de calidad y a un bajo costo de producto, el mercado cárnico compete principalmente en precios. (Voz del cliente).

Mapa de stakeholders

Se evidencia que la compañía se encuentra con grandes oportunidades de mejora en generación de alianzas con entidades públicas como el gobernó departamental de Funza y demás entidades que ofrecen servicios alimentación al sector de educación de la región. La figura 38 muestra el estado actual de los grupos de interés mencionados y el deseable para mejorar el posicionamiento de mercado de la empresa

Figura 38

Mapa de Stakeholders



Nota. Elaboración propia

La empresa por su posicionamiento geográfico y constante crecimiento evidencia grandes oportunidades en alianzas con sus *stakeholders* que en su mayoría hoy no presentan una influencia ni positiva ni negativa sobre el negocio.

Análisis de resultados

De acuerdo con el diagnóstico, se identificaron las causas potenciales o probables que influyen o pueden tener algún efecto en los problemas de exudación o merma en el proceso productivo. Se utilizó el método 6M, que consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: método de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente, permitiendo un análisis global del proceso y mostrando cómo cada M contribuye al problema.

La construcción del diagrama de causa-efecto (espina de pescado) se inició con una lluvia de ideas tanto del equipo investigador como del equipo administrativo de PROCESAR. Esta actividad se realizó luego de socializar en una reunión de trabajo los resultados obtenidos del análisis de los datos estadísticos, el VSM y los diagramas de proceso. Durante la lluvia de ideas, el equipo se planteó y reflexionó sobre cómo los diferentes factores o situaciones de cada M pueden afectar el problema de la merma que se está analizando. Las ideas generadas se organizaron en el diagrama causa-efecto de la figura 39.

En la siguiente etapa del análisis, se priorizaron las causas potenciales identificadas en el diagrama causa-efecto. Se utilizaron herramientas como el análisis de Pareto para identificar las causas que tienen el mayor impacto en el problema de la merma, también se realizó un análisis de causas de segundo nivel que, junto al equipo de trabajo de PROCESAR a través de un consenso, se construyó la tabla Pareto de causas donde se cuantificó la frecuencia cada causa y su porcentaje de afectación.

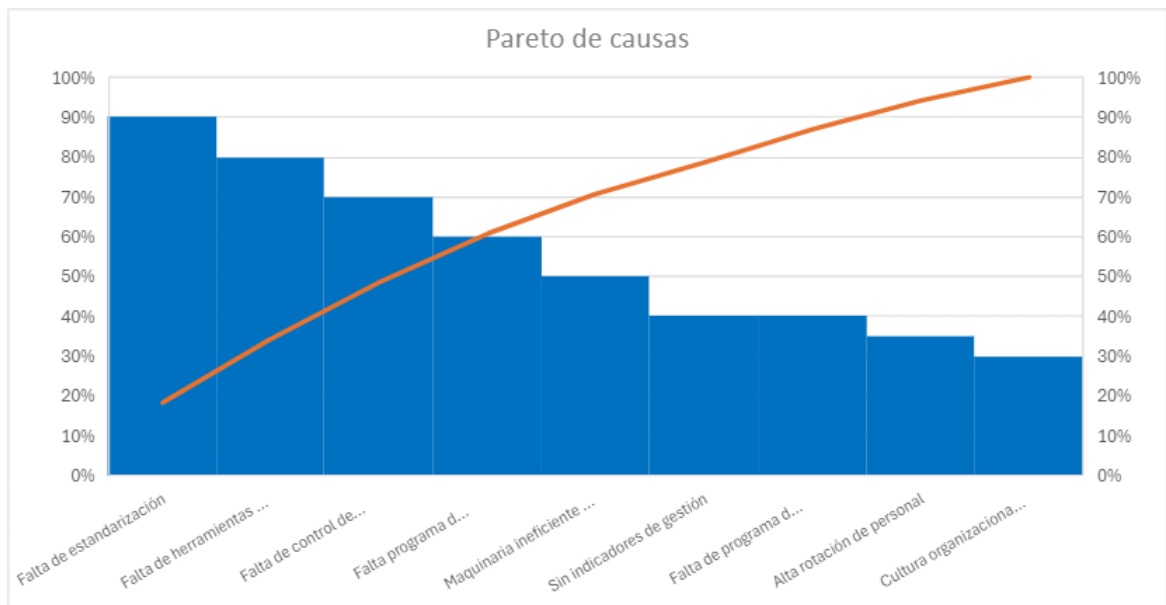
Maquinaria ineficiente u obsoleta	50%
Sin indicadores de gestión	40%
Falta de programa de mantenimiento	40%
Alta rotación de personal	35%
Cultura organizacional mal orientada	30%

Nota. Elaboración propia

La tabla anterior describe las principales causales y su frecuencia definida por cada uno de los expertos para lograr priorizar las estrategias de mejora.

Figura 40

Resultados de ponderación de causas



Nota. Elaboración propia a partir de los datos de la tabla 20.

A partir de la figura 40, se puede concluir que el 80% de los efectos (merma) se debe a las siguientes causas principales:

- **Falta de estandarización:** No existen procedimientos estandarizados para las diferentes tareas del proceso, lo que genera variabilidad y aumenta el riesgo de errores.
- **Falta de control del proceso:** No se realiza un seguimiento adecuado de las variables críticas del proceso, como la temperatura, el tiempo de marinado y la cantidad de marinado utilizado. Esto dificulta la identificación y corrección de desviaciones.
- **Falta de herramientas de medición:** No se cuenta con instrumentos de medición precisos y confiables para controlar las variables del proceso. Esto impide obtener datos precisos y tomar decisiones informadas.
- **Falta de un programa de producción:** No existe un plan de producción detallado que defina la cantidad de producto a elaborar, los recursos necesarios y los tiempos de entrega. Esto genera desorganización y aumenta el riesgo de merma.

Al analizar las causas principales, se observa que la mayoría (tres de cuatro) se encuentran en la categoría "Método". Dada la alta concentración de causas raíz en la categoría "Método", es fundamental realizar una revisión profunda de esta área. Se deben analizar que los métodos de trabajo, operaciones y responsabilidades estén definidos o no, además es necesario evaluar si son adecuados para garantizar la calidad del producto y minimizar la merma.

Alternativas de Mejora (I-Improve)

La falta de estandarización, control del proceso, herramientas de medición y un programa de producción adecuado son las principales causas del problema de merma en el proceso de marinado. Otras problemáticas identificadas bajo la técnica del VSM son el flujo de trabajo, los cuellos de botella en las estaciones de trabajo de congelación y sellado, congelación convencional

y la falta de un sistema de monitoreo en tiempo real que permita detectar alguna desviación de manera inmediata.

Por medio del método *scamper*, se recopiló una lluvia de ideas para explorar las siete perspectivas para brindar solución a las problemáticas derivadas de las causas evidenciadas en el análisis de los datos recolectados. Con este método, se abordaron siete acciones globales con sus discriminaciones como se evidencia en la figura 41.

Figura 41

Diagrama scamper para Procesar SAS



Nota. Elaboración propia.

Sustituir: En esta dimensión, se contó con aportes relacionadas con: actualizar los actuales métodos de marinado y congelación por procesos más eficientes alineados con las nuevas tecnologías del mercado. Por otro lado, se puede optar por reemplazar los procesos e instrumentos de medición manuales por unos que impliquen facilidades tecnológicas y digitales, validar soluciones semiautomatizadas o automatizadas que permitan optimizar y llevar un control con bajas incertidumbres.

Combinar: Para esta perspectiva, se plantean ideas basadas en el aprovechamiento y unificación de procesos en la cadena de suministro y de producción. Por ejemplo, unificar procesos de congelación y empaque o de marinado y despiece, establecer una matriz de indicadores de calidad y de peso que sean transversales y con puntos de control desde la entrada de materiales a la salida de productos finales.

Adaptar: El continuo desarrollo de la industria de alimentos y la innovación tecnológica son una oportunidad para adaptar e implementar metodologías de mejoramiento continuo Lean a la organización, así como establecer pronósticos y lotes de demanda, realizar diseños de planta alineados a las necesidades del proceso, así como contar con un sistema de medición a las necesidades específicas del proceso productivo junto con las necesidades de formación y capacitación para el talento humano de la empresa. Adicional a ello, alinear el proceso a la metodología HACCP y norma ISO 22000 y 22001 y así contar con un sistema de gestión integrado.

Modificar: En esta extensión, se contó con ideas basadas en el cambio de la infraestructura física y que permita una optimización de espacios, replantear los canales de comunicación, la cultura y la estructura organizacional, y transformar métodos de direccionamiento estratégico como los son la planeación de la producción, la clasificación de productos y en el proceso

productivo: cambiar los métodos de control y seguimiento de procesos, el análisis de datos de peso en Excel, y el registro de los datos del proceso por unos más eficientes que ofrece la industria.

Poner en otros usos: En este ámbito, se plantea reconfigurar la maquinaria y equipo y optar por maquilar procesos como el fileteado o deshuesado, el marinado de productos diferentes al pollo crudo, y el análisis de datos para impulsar el rendimiento y los KPIs.

Eliminar o minimizar: En esta dimensión, se establecen varias propuestas enfocadas a descartar la maquinaria obsoleta, el exceso de inventarios y el desperdicio de materia prima, los pasos innecesarios en el proceso y prácticas ineficientes de manufactura, los cuellos de botella, las fuentes de variabilidad de los procesos y esa constante variación en la producción.

Reordenar o Invertir: Alineados a la innovación y en la mejora continua de los procesos, se puede optar también por dar prioridad a la planta, garantizar procesos de calidad, inocuidad y seguridad como factores críticos y prioritarios de inversión. Por otro lado, está el flujo de materiales y el abastecimiento en la planta de producción. De igual forma, la recolección de información y el análisis de datos como el peso, los tiempos y otras variables son imprescindibles para enfocarse en áreas críticas del proceso. Y finalmente, reconfigurar las tareas del personal para mejorar la eficiencia y la productividad de la organización.

Con base a los resultados del diagrama *scamper* -figura 41- y a los resultados del pareto de causas -figura 37-, se recomienda enfocar los esfuerzos de mejora en estas iniciativas para reducir significativamente la merma y mejorar la calidad del producto final:

- Planificación de la producción
- Control del proceso

- Estandarización de procesos
- Definición de puntos críticos de control
- Mejorar la gestión de materiales
- Establecer un programa de mantenimientos preventivos para maquinaria y equipos
- Implementación de un sistema de medición

Plan de Intervención

Teniendo en cuenta que según el análisis estadístico realizado el “Proceso 1” es el que genera mayores pérdidas de merma y por lo tanto costos en el proceso productivo con un 18% de merma, la propuesta de mejora está enfocada a controlar y mitigar esta condición; este proceso incluye desde el desprese hasta el inicio marinado, por ello, se establece una propuesta de plan de estandarización de procesos y una actualización en el direccionamiento estratégico de Procesar SAS.

Sistema de Gestión Integral

Se propone la implementación de un sistema de gestión basado en la norma ISO para la estandarización de los procesos que como se indicó en apartados anteriores del presente trabajo, es la principal causa de la merma en el producto.

Se contratará una persona fija dedicada a la implementación del sistema de gestión con experiencia en el campo, y específicamente en sistemas de gestión para la industria de alimentos (ISO22000). Esta persona será la encargada de implementar y liderar este proyecto internamente en la empresa iniciando desde la conformación del equipo interdisciplinar que velará por el cumplimiento de cada una de las fases de este proyecto y fomentará el proceso de estandarización en cada uno de los niveles organizacionales.

El proceso de estandarización iniciara desde la operación *core* de la compañía que es la producción generando documentación para la trazabilidad y control de los procesos productivos, creando los indicadores de gestión para la producción, definiendo los puntos críticos de control del proceso, indicando las frecuencias la metodología de las auditorias, implementando la cultura

lean para el mejoramiento continuo de los procesos, definiendo funciones y roles dentro de la planta, y por último, creando equipos interdisciplinarios orientados a la mejora de la calidad de los procesos.

Diseño de proceso

Se plantea como propuesta de mejora rediseñar el proceso de producción, el cual permita reconfigurar los activos y recursos para mitigar y eliminar mudas a lo largo del proceso que están aportando al porcentaje de merma por exudación y a su vez está generando sobrecostos en la operación.

Método de programación de la producción

Actualmente la planta se administra uno a uno, es decir, no se manejan lotes de producto, sin tener en cuenta el peso de los productos procesados se evidencia que no está estandarizado, acorde a la capacidad ni los tiempos de sus equipos; esto también debido a que trabajan un sistema de producción MTO (*Make to order*) solo procesan hasta tener en firme pedido del cliente. Por lo anterior, se propone migrar a un sistema MTS (*Make to stock*) administrado por lotes óptimos de proceso que permita controlar la producción, llevar una trazabilidad adecuada y mitigar la variabilidad del proceso.

Dado lo anterior se propone que la programación de la producción para mantener los niveles de inventario adecuados y así evitar sobreproducción o subproducción estará limitada por la capacidad de almacenamiento instalada que es de 12 toneladas = 12000 kg.

El nivel máximo de inventario está dado por:

$$\text{Pechuga: } 9600 \text{ kg} * 0.49 = 4704 \text{ kg}$$

$$\text{Pernil: } 9600 \text{ kg} * 0.51 = 4896 \text{ kg}$$

Donde los 9600 kg equivalen al 80% de la capacidad de almacenamiento, el 0.49 ó el 0.51 equivalen al peso ponderado en el Pareto de productos.

El Stock Mínimo es equivalente a la demanda diaria durante el tiempo de abastecimiento

$$\text{Pechuga: } 1114.25 \text{ kg/día} * 1 \text{ día} = 1114.25 \text{ kg}$$

$$\text{Pernil: } 1172.37 \text{ kg/día} * 1 \text{ día} = 1172.37 \text{ kg}$$

Finalmente considerando un margen de seguridad del 10% sobre la demanda diaria total se calcula el punto de reorden (ROP) para no caer en subproducción está dada por:

$$\text{ROP (Pechuga)} = (1114.25 \times 1.5) + 1114.25 = 1671.375 + 1114.25 = 2785.625 \text{ kg}$$

$$\text{ROP (Pernil)} = (1172.37 \times 1.5) + 1172.37 = 1758.555 + 1172.37 = 2930.925 \text{ kg}$$

Dado que la producción se realiza en lotes de 600 unidades y no se especifica el peso de una unidad (variabilidad del peso), la producción se debe adaptar para llenar la capacidad máxima y se debe programar la producción cuando el inventario de pechuga y pernil caiga por debajo del ROP.

Método de medición de la producción

La planta mide sus operaciones en kg acorde a como lo va pidiendo el cliente. Se sugiere administrar la planta de producción en unidades y en Kilogramos de producto para mitigar la variación. Dentro de la recolección de datos se identificó la variabilidad del proceso entre procesamiento de la misma cantidad de kg, esto debido a que es una medición incorrecta para los tiempos de procesamiento.

Control estadístico del proceso

Diseñar el programa de control estadístico de proceso sobre los lotes de producción enfocado a control de pesos, temperaturas y tiempos de procesamiento dentro de los estándares establecidos, uso de tablas de militar estándar para muestreos de producto. Dentro de los formatos de trazabilidad incluir el monitoreo de estas variables para cada lote.

Balanceo de línea

Se propone balancear la línea para reducir los tiempos de espera y aumentar el *takt time* con el que se entrega productos a los clientes acorde a la necesidad de su demanda. Para ello se evidencia que los tiempos de ciclo de marinado son un 57.35% mayores que los de desprese. Los tiempos para procesar un lote estimado de 600 unidades son de:

Tabla 21

Tiempos de procesamiento para un lote de 600 unidades

Proceso	Minutos
Desprese	67,10
Marinado	117



Nota. Elaboración propia

Simulación:

Para igualar los tiempos de procesamiento se propone un cambio en la tecnología de marinado.

Figura 42

Comparativo de tiempos de procesamiento actual vs propuesta

PROCESO ACTUAL	PROCESO PROPUESTO
	
<p><i>TIEMPOS DE PROCESAMIENTO</i></p> <p>DESPRECE: 67,1 minutos / und producida</p> <p>MARINADO: 117 minutos / und producida</p>	<p><i>TIEMPOS DE PROCESAMIENTO</i></p> <p>DESPRECE: 67,1 minutos / und producida</p> <p>MARINADO: 58,5 minutos / und producida</p>

Nota. elaboración propia con base en la información obtenida en el diagnóstico organizacional y en la simulación de la propuesta planteada.

Lote de pedido

Posterior a balancear la línea se establece un lote de pedido bajo las siguientes condiciones:

- Tiempo disponible diario 450 minutos (1 turno para ambos productos),
- Demanda promedio diaria 1200 unidades de pollo compuestas de 1200 pechugas y 2400 pierna pernil,
- Takt time para satisfacer la demanda por presa 7,5 segundos,
- Unidades por marinado 10,
- Unidades por canastilla congelación 10 pechugas o 20 piernas,
- Apilación máxima por seguridad 10, y
- Capacidad de almacenamiento: Cuarto 1: 60 posiciones, Cuarto 2: 90 posiciones.

- Lote establecido 600 unidades teniendo en cuenta uso eficiente de los recursos y facilitar el control. Con esta configuración la producción tendría el siguiente diseño que se visualiza en la tabla 22.

Tabla 22

Diseño de producción con base en la configuración planteada

Factor	Valor
Tiempo ciclo desprese	67,1 minutos
Tiempo ciclo Marinado	58,5 minutos
# Ciclos de marinado (10)	60
# Canastillas requeridas	120
# Pilas almacenadas (Posiciones)	12
# Personas requeridas	1 en desprese 2 en marinado

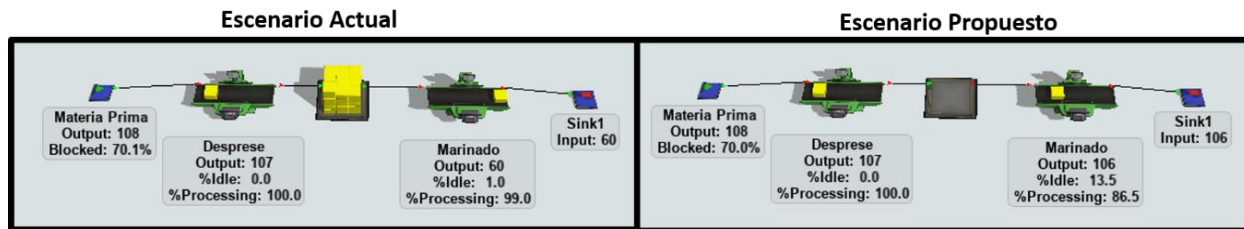
Nota. Elaboración propia con base de la configuración de producción por lotes y con una adición de una estación de desprese. Lote establecido de 600 unidades teniendo en cuenta uso eficiente de los recursos y facilitar el control.

Validación de la propuesta

Para validar la efectividad de la solución se hace una simulación en el software *Flexsim* con los datos promedios de cada una de las operaciones durante una semana de operación de cinco días (5).

Figura 43

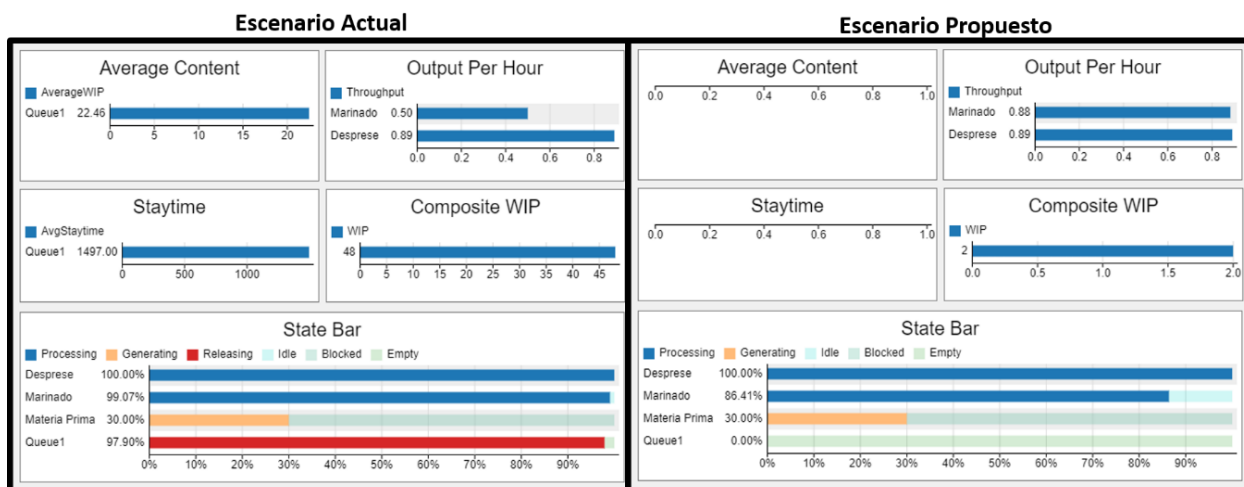
Comparativo de sistemas simulados Proceso 1



De la simulación se evidencia que se reduce los cuellos de botella del inicio del proceso el takt time de producción de este lote es de 67,1 minutos por el desprese que es el nuevo cuello de botella. Se evidencia el uso eficiente de la máquina de marinado y el WIP del proceso se reduce a dos lotes promedio en espera. A continuación, se comparan los datos de la simulación del escenario actual y del escenario propuesto:

Figura 44

Resultados de la simulación escenario actual vs propuesto software Flexsim



Se evidencia una reducción significativa de los lotes en espera para ingreso a la estación de marinado de 22,48 en el escenario actual a 0 en el propuesto, esto relacionado a mitigar los tiempos de espera que generan el incremento en la merma del producto. Adicional a ello se

evidencia que el WIP total de la línea de producción pasa de 48 unidades a tan solo 2. Por último, se reduce el uso de la máquina de marinado de un 99,07% a un 86,41% debido a que el cuello de botella se traslada a la estación de desprese.

La producción de la planta incremento en un 95% pasando de 60 lotes entregados en el tiempo simulado a 107 con el proceso propuesto, mejorando la disponibilidad de producto para satisfacer la demanda del cliente.

Análisis financiero de la propuesta

Para el análisis financiero se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

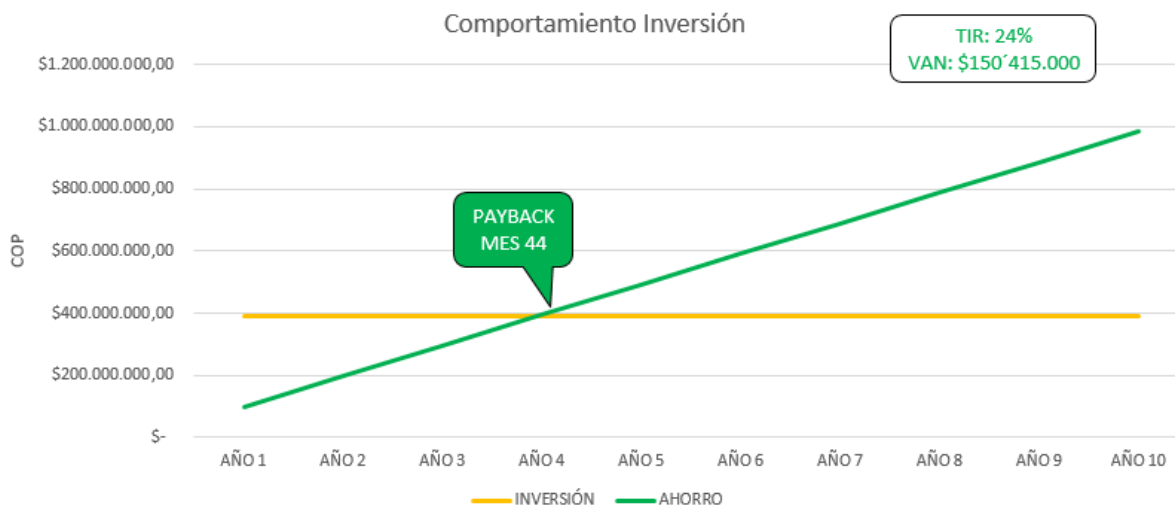
- El beneficio del proyecto se percibe en la reducción de merma del producto la cual al año representa un costo aproximado de \$156.696.000 teniendo como base la producción realizada en el 2023.
- Los costos del proyecto se componen de los siguientes rubros:
 - Valor del equipo: \$329.272.142
 - Valor de instalación: \$33.392.300
 - anual del equipo: \$26.341.771
 - La depreciación del equipo se considera a 10 años
- Se supone un comportamiento igual en la producción de la empresa por los próximos 10 años
- La compañía define su WACC en un 14%

Con los datos anteriormente mencionados se calcula las ratios financieros TIR y VAN para evaluar la viabilidad financiera del proyecto. El TIR de la inversión es de 24%, valor por encima

del WACC definido por la compañía lo que representa que financieramente el proyecto genera un retorno económico viable que beneficia la compañía, adicional a ello, el VAN es de \$150.415.000 valor positivo que refuerza el resultado de viabilidad del proyecto.

Figura 45

Comportamiento de la inversión alternativa propuesta



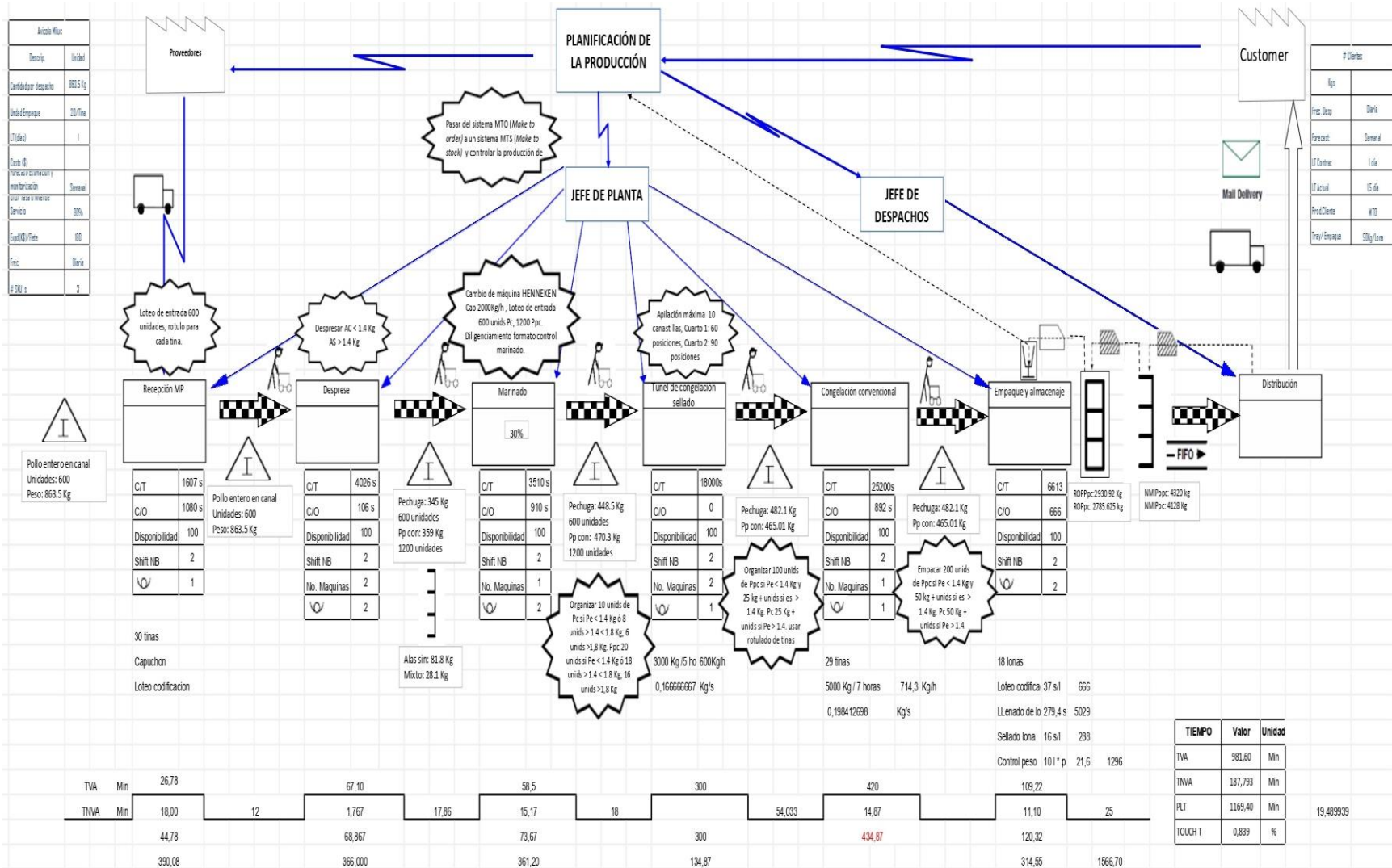
Nota. Elaboración propia.

El payback del proyecto se obtendrá en el mes 44 a partir de la realización de la inversión por lo que la compra de la máquina es viable para la empresa. Cabe resaltar que dentro este análisis no se incluyó el costo de oportunidad del incremento en la capacidad de producción ya que el takt time de la línea se reduce en más de un 44% pasando de 117 minutos por lote a 67 aproximadamente. Se estima que esta oportunidad logre incrementar en un 40% los ingresos de la compañía.

VSM Futuro de Procesar

Figura 46

VSM Futuro de Procesar SAS



En la formulación del VSM Futuro de Procesar SAS que se visualiza en la figura 46, se planteó bajo el supuesto y las condiciones de:

- Pasar del sistema MTO (Make to order) a un sistema MTS (Make to stock) y controlar la producción de Kg a unidades de producto
- Loteo de entrada 600 unidades, rotulo para cada tina.
- Despresar $AC < 1.4 \text{ Kg} - AS > 1.4 \text{ Kg}$
- Cambio de máquina HENNEKEN Cap 2000Kg/h, Loteo de entrada 600 unidades Pc, 1200 Ppc. Diligenciamiento formato control marinado.
- Organizar 10 unidades de Pc si $Pe < 1.4 \text{ Kg}$ ó 8 unidades $> 1.4 < 1.8 \text{ Kg}$; 6 unidades $> 1,8 \text{ Kg}$. Ppc 20 unidades si $Pe < 1.4 \text{ Kg}$ ó 18 unidades $> 1.4 < 1.8 \text{ Kg}$; 16 unidades $> 1,8 \text{ Kg}$ de
- Organizar 100 unidades de Ppc si $Pe < 1.4 \text{ Kg}$ y 25 kg + unidades si es $> 1.4 \text{ Kg}$. Pc 25 Kg + unidades si $Pe > 1.4$. usar rotulado de tinas
- Empacar 200 unidades de Ppc si $Pe < 1.4 \text{ Kg}$ y 50 kg + unidades si es $> 1.4 \text{ Kg}$. Pc 50 Kg + unidades si $Pe > 1.4$.
- Apilación de máxima 10 canastillas, Cuarto 1: 60 posiciones, Cuarto 2: 90 posiciones

Con base en esto, se puede realizar la comparación del VSM actual de Procesar con el VSM futuro e identificar los cambios que generarían los supuestos y sugerencias planteados a lo largo de esta propuesta y plan de implementación como se visualiza en la figura 47 y la tabla 23.

Figura 47

Resumen VSM de Procesar SAS: Estado actual vs Estado Futuro

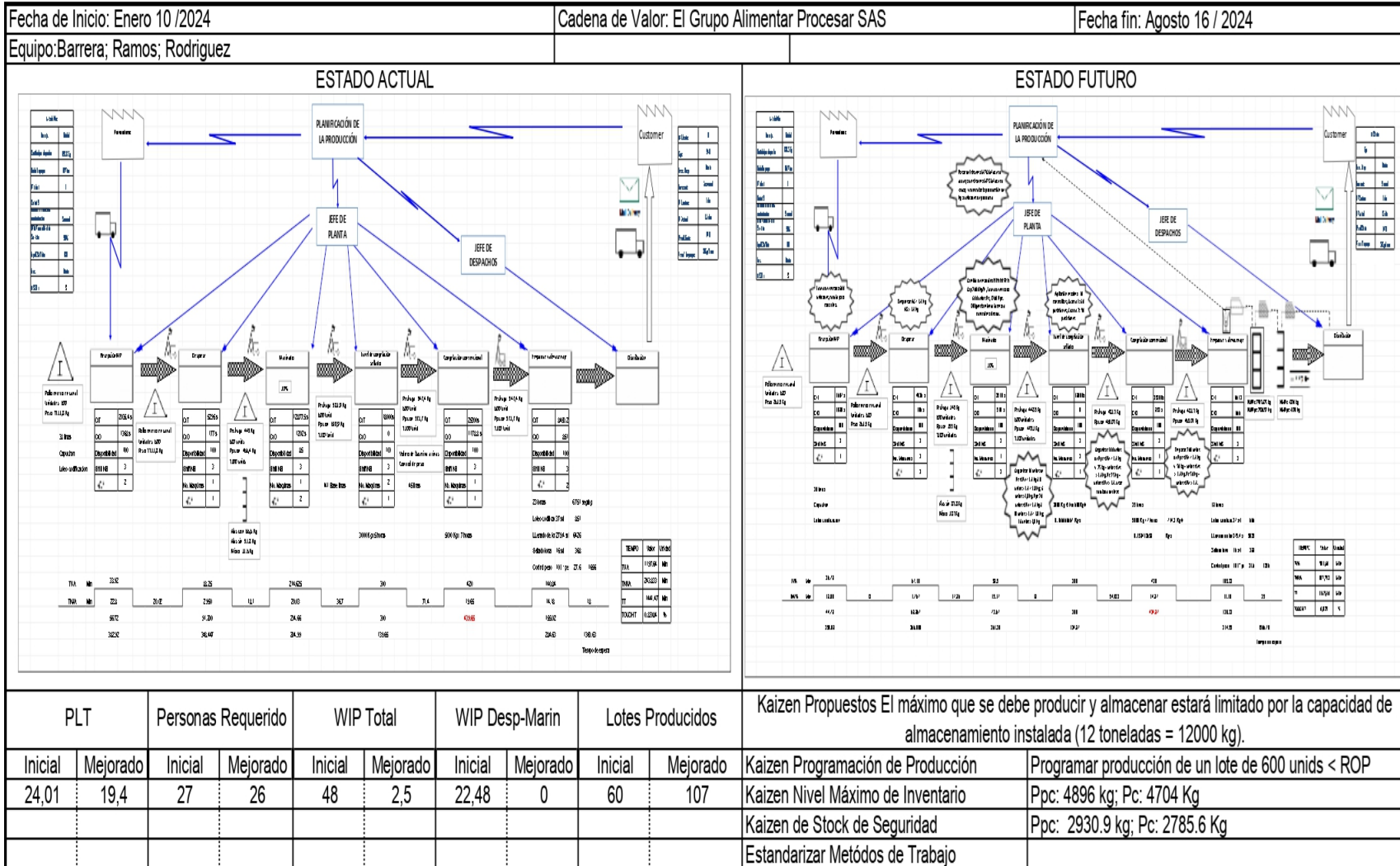


Tabla 23

Resultados de VSM Actual vs Futuro de Procesar SAS

PLT		Personas Requerido		WIP Total		WIP Desp-Marin		Lotes Producidos	
Inicial	Mejorado	Inicial	Mejorado	Inicial	Mejorado	Inicial	Mejorado	Inicial	Mejorado
24,01	19,4	27	26	48	2,5	22,48	0	60	107

Se propone unos Kaizen que implicarian:

- El máximo que se debe producir y almacenar estará limitado por la capacidad de almacenamiento instalada (12 toneladas = 12000 kg).
 - Kaizen Programación de Producción: Programar producción de un lote de 600 unidades < ROP
 - Kaizen Nivel Máximo de Inventario: Ppc: 4896 kg; Pc: 4704 Kg
 - Kaizen de Stock de Seguridad: Ppc: 2930.9 kg; Pc: 2785.6 Kg
- Estandarizar Métodos de Trabajo

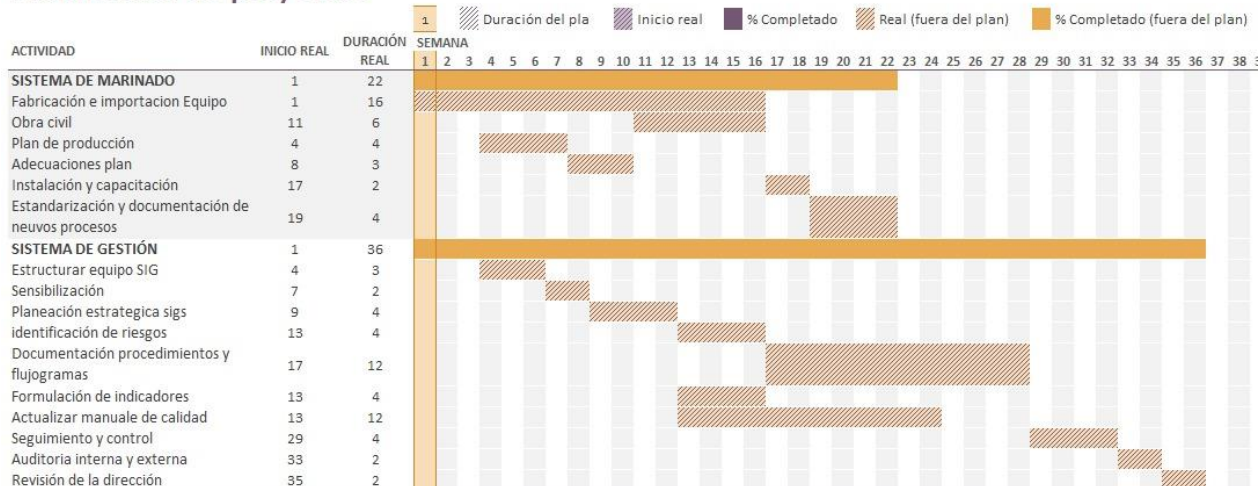
Plan de implementación

A continuación, se detalla el plan de implementación de los dos pilares bajo los cuales se construyó la propuesta de mejora:

Figura 48

Cronograma del Plan de Intervención

Planificador de proyectos



Nota. Elaboración Propia.

Para la implementación del plan completo, se estima una duración del proyecto de 36 semanas ejecutando en paralelo ambos pilares de mejora de la merma del proceso donde la sistematización del marinado dura 22 semanas y el sistema de gestión 36, haciendo este ultimo la ruta crítica para terminar a satisfacción el cumplimiento de la propuesta en tiempo.

Se define como líder del proyecto y sponsor el Gerente General, quien será el encargado de gestionar todos los recursos e implementar la metodología para el desarrollo de todo el proyecto, en la tabla 24 se destacan los líderes en cada una de las fases del proyecto.

Tabla 24

Responsables de las fases del Plan de Intervención

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
SISTEMA DE MARINADO	Gerente General
Fabricación e importación Equipo	Proveedor

Obra civil	Proveedor
Plan de producción	Jefe Producción
Adecuaciones plan	Proveedor
Instalación y capacitación	Jefe Gestión Humana
Estandarización y documentación de nuevos procesos	Jefe Calidad
<hr/>	
SISTEMA DE GESTIÓN	Jefe Calidad
<hr/>	
Estructurar equipo SIG	Jefe Calidad
Sensibilización	Gerente General
Planeación estratégica SIG	Gerente General
identificación de riesgos	Jefe Calidad
Documentación procedimientos y flujogramas	Jefe Calidad
Formulación de indicadores	Gerente General
Actualizar manuales de calidad	Jefe Calidad
Seguimiento y control	Jefe Calidad
Auditoría interna y externa	Proveedor
Revisión de la dirección	Gerente General

Nota. Elaboración propia.

El proyecto se estima que cuente con unos costos estimados sobre los \$450.000.000 COP teniendo en cuenta que casi el 80% de este presupuesto es la inversión en maquinaria. De igual forma, se estima que el valor restante correspondan a los gastos administrativos y operacionales relacionados a la documentación e implementación del sistema de gestión y la mano de obra contratada para capacitaciones y asesorías para cumplir con el objetivo del proyecto “Implementar un sistema de gestión integral que logre estandarizar los procesos organizacionales y adquirir un equipo de marinado de última tecnología que incremente la productividad de la compañía y mitigue la merma del producto por exudación”.

Cabe resaltar que el proyecto se desarrollara de manera transversal por lo que todas las áreas funcionales de la organización deben aportar a la ejecución a satisfacción de cada una de las

actividades. Como sugerencia de metodología para la gestión del proyecto se propone implementar un cuarto tipo obeya que se reúna máximo 30 minutos con una frecuencia semanal en los que se cite los líderes del proyecto y acorde a los temas a discutir se inviten a demás personas relacionadas como proveedores y/o miembros operativos que intervengan en el proyecto.

En esta reunión semanal se discutirá novedades en el desarrollo del proyecto, planeación de actividades, socialización de temas relevantes, indicadores e hitos alcanzados por semana; se debe dejar acta de cada actividad y lectura al principio de cada reunión para seguimiento a tareas en curso. Se sugiere implementar dos indicadores principales de seguimiento al proyecto, el primero el cumplimiento al cronograma de planificación y el control presupuestal de los costos; estos indicadores deben ser medidos y llevados desde el liderazgo del proyecto, en este caso la Gerencia General.

Conclusiones y Recomendaciones

A continuación, se presentan las conclusiones de la intervención desarrollada en la empresa Grupo Alimentar Procesar SAS, así como las recomendaciones para la implementación del plan de intervención propuesto.

Conclusiones

Se identifica a partir de la revisión de la literatura que existe un gran campo de investigación sin explorar en torno a los procesos de exudación y su control, principalmente orientados hacia industrias de medianas y pequeñas empresas. Los autores han logrado documentar las principales variables desde una perspectiva productiva que afectan los costos del proceso como lo son temperatura y tiempo.

El uso de las metodologías de mejoramiento continua Lean y Six Sigma son aplicables al modelo de negocio del caso de estudio permitiendo desarrollar un proyecto que propone unos grandes ahorros en costos y un incremento en la eficiencia operativa

Logrando balancear dos de las actividades críticas de la línea se reduce la merma a casi un 6% estimado teniendo ahorros de más de \$150.000.000 de pesos al año en su producción y tardara en implementarse la totalidad del proyecto un aproximado de 36 semanas.

La falta de control y de estandarización de los procesos es la principal causa de los sobrecostos que al final impactan al cliente quien percibe un incremento en los precios de venta, esto ha llevado a la empresa a perder competitividad en el mercado. Con la propuesta de trabajo se espera que en un máximo de un año se consiga reducir esta condición

Procesar es una compañía basada en áreas funcionales y no en procesos, con bajos niveles de estandarización y control, con grandes oportunidades de mejora en la documentación de sus procesos productivos y con un mercado insatisfecho que demanda productos a un menor precio.

El diseño del layout proceso es adecuado y eficiente, minimizando movimientos innecesarios con un flujo de recorrido total del producto es de 40 metros. Se puede concluir que procesar tiene un layout adecuado para la ejecución de su proceso actual.

Existe un margen significativo para mejorar la madurez de los procesos en Procesar, especialmente en cuanto a control de tiempo, criterios HACCP y estandarización de procedimientos y procesos. Se visualiza que hay una necesidad para invertir en tecnología e instrumentos de medición más precisos para obtener datos confiables y que les permita tomar decisiones y predicciones con un margen de error más bajo. Con la adopción de ERP y un programa de producción se mejoraría la eficiencia y se podría reducir la incertidumbre en el proceso.

La falta de estandarización, el control inadecuado del proceso y la ausencia de herramientas de medición son factores que contribuyen significativamente a la merma y se requiere llevar un control del desempeño de todo el proceso para identificar una relación más precisa entre variables de tiempo, temperatura y merma.

Si bien es cierto que la compañía lleva registros de sus procesos, estos no son suficientes para calcular el nivel de sigma dado que para calcular este dato es determinante calcular la tasa de defectos como una proporción entre el número de unidades defectuosas y el total de unidades inspeccionadas y luego convertir la tasa de defectos a DPMO, posterior a esto utilizar una tabla sigma y definir el valor aproximado. Hay devoluciones de pedidos, pero no se realiza registro alguno que permita hacer una trazabilidad de la razón, cantidad, número de veces que se repite

dicho error. Se sugiere a la empresa estandarizar el proceso, implementar un sistema de control de calidad y capacitar al personal en la importancia del registro y análisis de datos, luego realizar estudios de capacidad del proceso, utilizando herramientas estadísticas como el análisis de capacidad del proceso (C_p , C_{pk}) para evaluar el rendimiento, para obtener un valor de sigma más preciso.

Recomendaciones

Se plantean las siguientes sugerencias para mejorar el proceso productivo de Procesar SAS, alineadas al rediseño del proceso y a la cadena de suministro:

Planificación de la producción

Implementar un sistema de planificación de la producción que permita optimizar el uso de recursos, reducir los tiempos de espera y minimizar el inventario.

Desarrollar un plan maestro de producción que considere la demanda del producto, la capacidad productiva y los tiempos de entrega.

Programar las actividades de producción de manera eficiente para evitar cuellos de botella y desperdicios.

Control del proceso

Establecer estándares de trabajo para cada etapa del proceso productivo.

Implementar un sistema de control de calidad para monitorear el proceso y detectar desviaciones en la calidad del producto.

Realizar auditorías internas de manera regular para evaluar el cumplimiento de los estándares y procedimientos.

Estandarización de procesos:

Documentar los procesos productivos en manuales de procedimientos.

Definir los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo.

Capacitar al personal en la aplicación de los procedimientos estandarizados.

Definición de puntos críticos de control:

Identificar los puntos críticos de control (PCC) en el proceso productivo donde es necesario realizar acciones de control para asegurar la calidad del producto final.

Establecer límites de control para cada PCC.

Implementar procedimientos de monitoreo y control para cada PCC.

Mejora de la gestión de materiales:

Implementar un sistema de control de inventarios para optimizar el nivel de stock de materias primas y productos terminados.

Negociar mejores precios con los proveedores.

Implementar prácticas de almacenamiento adecuadas para evitar el deterioro de las materias primas.

Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos:

Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos utilizados en el proceso productivo.

Realizar inspecciones periódicas para detectar posibles fallas y prevenir averías.

Implementar procedimientos de mantenimiento correctivo para atender las fallas que se presenten.

Implementación de un sistema de medición

Implementar un sistema de medición que permita recopilar datos sobre el proceso productivo y la calidad del producto final.

Analizar los datos recopilados

Futuras investigaciones

Para futuros desarrollos en esta línea de investigación, cabe ahondar en la afectación de los cuellos de botella en la industria de alimentos y como estos pueden incrementar los procesos naturales de merma de los productos afectando la calidad ofrecida al consumidor final. Adicional se puede plantear la relación entre variables de productividad y de calidad de producto; como los tiempos de ciclo, la tasa de rotación de inventario, la variabilidad de la demanda, entre otras; afectan variables, como en el caso de la carne de pollo, de Ph, temperatura, peso y sabor.

Referencias

- Alimentar Procesar SAS (2022). Estrategia corporativa y direccionamiento estratégico [Informe Interno].
- Alvarado, C. (2016). Las mejores técnicas de marinación: cómo agregar sabor, color y suavidad a los productos avícolas. Carnetec, 28–35.
<http://library.carnetec.com/publication/?m=27477&i=290609&p=30&ver=html5>
- Alvarez, M. (2006). Manual de planeación estratégica: la metodología de consultoría más práctica para crecer en un ambiente competitivo. Panorama editorial.
- Amani, P., Lindbom, I., Sundström, B., & Östergren, K. (2015). Green-Lean Synergy - Root-Cause analysis in food waste prevention. *International Journal on Food System Dynamics*, 6(2), 99-109. <https://doi.org/10.18461/ijfsd.v6i2.623>
- ANDI (2023). Informe de Gestión 2022-2023. ANDI.
<https://www.andi.com.co/Uploads/Informe%20ANDI%202023.pdf>
- ANDI (2020). La industria de alimentos evoluciona con la transformación digital. Portal ANDI.
<https://www.andi.com.co/Home/Noticia/15873-la-industria-de-alimentos-evolucion-a-co>
- Ávila, F., Gálvez, N. & Ruiz, D. (2022). Avicultura en Cifras 2022. FENAVI - Federación Nacional de Avicultores de Colombia. <https://fenavi.org/publicaciones-programa-economico/documentos-avicolas/avicultura-en-cifras-2022/>
- Baigorria, L. (2020). Modificaciones del estatus oxidativo y mineral de los músculos Pectoralis y Gastrocnemius provocadas por la dieta en aves de carne. Tesis de maestría. Universidad de

- la República (Uruguay). Facultad de Ciencias. Repositorio Colibri.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/28333/1/uy24-19986.pdf>
- Baquero Castillo, Y. M., Rojas Aldana, J. R., & Sánchez Parra, A. Y. (2024). *Optimización de los procesos de la industria alimentaria a través del uso de la metodología lean manufacturing*. Especialización en Gerencia Procesos de Calidad e Innovación Virtual.
- Benjamín, M. (2022). *Optimización de procesos: Una guía práctica*. Barcelona: Ediciones Deusto.
- Bernad (2024). Técnicas de congelación de alimentos: por qué utilizar la congelación para conservar alimentos. Portal Bernad Refrigeración. <https://www.josebernad.com/tecnicas-de-congelacion-de-alimentos/>
- Bolsa Mercantil de Colombia (2023). *Análisis de producto: Sector Avícola, Gerencia Corporativa de Analítica y Estudios Económicos*. Bolsa mercantil de Colombia.
https://www.bolsamercantil.com.co/sites/default/files/2023-05/Informe%20sector%20av%C3%ADcola%20-%20Final%20difusi%C3%B3n_0.pdf
- Bonilla Guarnizo, C. A. (2020). *Análisis de los factores determinantes del Lean Six Sigma en la productividad y competitividad de las mipymes colombianas*. Maestría en Administración de Empresas – MBA.
- Caballero, J. & Grossmann (2023). Una revisión del estado del arte en optimización, *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, Volume 4, Issue 1, 5-23, ISSN 1697-7912, [https://doi.org/10.1016/S1697-7912\(07\)70188-7](https://doi.org/10.1016/S1697-7912(07)70188-7).

- Carreras, I. (2004). Influencia de la suplementación de antioxidantes y de la administración de la enrofloxacin en la calidad y seguridad de la carne de ave. Universidad de Girona. Repositorio Cora TDX. <http://hdl.handle.net/10803/8035>
- Chen, H., Liu, S., Chen, Y., Chen, C., Yang, H., & Chen, Y. (2020). Food safety management systems based on ISO 22000:2018 methodology of hazard analysis compared to ISO 22000:2005. *Accreditation and Quality Assurance*, 25(1), 23–37. <https://doi.org/10.1007/s00769-019-01409-4>
- Cua, K. O., McKone, K. E., & Schroeder, R. G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(6), 675–694. [https://doi.org/10.1016/s0272-6963\(01\)00066-3](https://doi.org/10.1016/s0272-6963(01)00066-3)
- Cuellar, J. (2022). Panorama del sector avícola de Colombia: cifras y retos. *Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/panorama-del-sector-avicola-de-colombia-cifras-y-retos/#:~:text=En%20el%20caso%20de%20pollo,33%2C7%20Kg%2Fa%C3%B1o.>
- Cuggia-Jiménez, C., Orozco-Acosta, E., & Mendoza-Galvis, D. (2020). Manufactura Esbelta: Una revisión sistemática en la industria de alimentos. *Información tecnológica*, 31(5), 163-172. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000500163>
- DANE (2023). Cuentas Nacionales. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/>
- Dian (2024). Impuestos Saludables. Portal DIAN. <https://www.dian.gov.co/aduanas/Paginas/Impuestos->

- Saludables.aspx#:~:text=Mediante%20la%20Ley%202277%20de,todo%20lo%20relacio
nado%20con%20este
- Domínguez, R. A., Del Mar Benavides Espinosa, M., Domínguez, M., & Romero, L. (2021). Lean 6S in Food Production: HACCP as a benchmark for the Sixth s “Safety”. *Sustainability*, 13(22), 12577. <https://doi.org/10.3390/su132212577>
- Dora, M., & Gellynck, X. (2015). Lean Six Sigma implementation in a food Processing SME: a case study. *Quality and Reliability Engineering International*, 31(7), 1151-1159. <https://doi.org/10.1002/qre.1852>
- Dora, M., Kumar, M., & Gellynck, X. (2015). Determinants and Barriers to Lean Implementation in Food-processing SMEs – A multiple case analysis. *Production Planning & Control*, 27(1), 1-23. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1050477>
- FAO (s.f.). Principios Generales del Codex Alimentarius. Portal FAO. <https://www.fao.org/3/w5975s/w5975s06.htm>
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2023). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Roma. <https://doi.org/10.4060/cc6550es>
- FAO. (2011). Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria. Obtenido de Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimen
- Fenavi (2018). Boletín Fenaviquin. N° 268. Federación Nacional de Avicultores de Colombia. Fondo Nacional Avícola. https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/08/Fenaviquin_ed2682018.pdf

- Fenavi (2022). Boletín 360 Fenaviquin. Fenavi. https://fenavi.org/wp-content/uploads/2022/07/Fenaviquin_ed3602022.pdf
- Fenavi (2023). ¿Cómo le fue a la avicultura el año pasado? Revista Avicultores. Edición Especial 298. <https://fenavi.org/revista-avicultores/edicion-298-2022-2023/>
- Fuente Salcido, N. M., & Barboza Corona, J. E. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta Universitaria*, 20(1), 43-52.
- García, A. (2019). Estudio de mercado en la industria de alimentos en Colombia. *Revista de Economía*, 25(2), 45-62.
- García, J. (2021). Optimización de procesos industriales. Madrid: Editorial Díaz de Santos.
- Guo, B., & Dalrymple, B. P. (2017). Transcriptomics of meat quality. En P. P. Purslow (Ed.), *New Aspects of Meat Quality* (pp. 259–320). Elsevier.
- Gutiérrez Pulido, H., & Vara Salazar, R. de la. (2004). CAPÍTULO 6: Herramientas básicas para Seis Sigma (pp 140-144). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*. McGraw-Hill.
- Gutiérrez Pulido, H., & Vara Salazar, R. de la. (2013). *Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (3a ed.). McGraw-Hill.
- Hellriegel, D., Jackson, S. E., Slocum, J. W., Franklin Finkowsky, E. B., Mascaró Sacristán, P., & Anzola González, E. (2017). *Administración: un enfoque basado en competencias* (12a ed.). Cengage Learning.
- Hoyos, W. & González, O. F. (2011). Planteamiento de propuestas conducentes a la reducción de la merma del peso de los pollos en las plantas del procesamiento del sector avícola. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/8008>.

- Huff-Lonergan, E. (2009). Fresh meat water-holding capacity. En J. P. Kerry and D. Ledward (Ed.), *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat* (pp. 147–160). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845695439.1.147>
- Huilcapi, S. y Gallegos, D. (2020). Importancia del diagnóstico situacional de la empresa. Vol. 41 (40). 11-23. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25818w/Rec/Huilcapi_S2.pdf
- IAAlimentos. (2023, enero 19). Cinco tendencias para la industria alimentaria en 2023. IAAlimentos. <https://www.revistaialimentos.com/es/noticias/cinco-tendencias-para-la-industria-alimentaria-en-2023>
- Icontec (2023). Certificación ISO 22000, Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria. Icontec. https://www.icontec.org/eval_conformidad/certificacion-iso-22000-sistema-de-gestion-de-seguridad-alimentaria/
- International Organization for Standardization. (2018). Seguridad Alimentaria. (ISO Standard No. 22000:2018).
- Invima (2020). Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) sinónimo de responsabilidad e inocuidad en los alimentos. Invima. <https://www.invima.gov.co/buenas-practicas-de-manufactura-bpm-sinonimo-de-responsabilidad-e-inocuidad-en-los-alimentos>
- Invima (2023). Yo apoyo decreto 1500 del 2007: carne de calidad en nuestra mesa. Sistema oficial de inspección, vigilancia y control de la carne y productos cárnicos comestibles. Portal Invima. <https://www.invima.gov.co/sites/default/files/alimentos-y-bebidas-alcoholicas/2023-10/CARTILLA-DECRETO-1500-2007-compressed.pdf>

- Kennedy, I., Plunkett, A., & Haider, J. (2013). Implementation of lean principles in a food manufacturing company. En *Lecture notes in mechanical engineering* (pp. 1579-1590). https://doi.org/10.1007/978-3-319-00557-7_127
- Kenett, R., Zacks, S., & Gedeck, P. (2022). *Analyzing Variability: Descriptive Statistics. In Modern Statistics* (pp. 1–38). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-07566-7_1
- Kończak, T., Krzysztoforski, K., & Palka, K. (2007). The effect of post-mortem ageing and heating on water retention in bovine muscles. *Meat Science*, 75(4), 655–660. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.09.014>
- La Nota (2023). Ranking 2022 líderes sector avícola de Colombia. Lanota.com. <https://lanota.com/index.php/CONFIDENCIAS/ranking-2022-lideres-sector-avicola-de-colombia.html>
- Loayza Pérez, J., & Silva Meza, V. (2013). Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales. *Industrial Data*, 16(1), 108-117.
- López, C. (2020). *Optimización de procesos empresariales*. Bogotá: Editorial Alfaomega.
- Manzouri, M., Ab-Rahman, M. N., Zain, C. R. C. M., & Jamsari, E. A. (2014). Increasing production and eliminating waste through lean tools and techniques for halal food companies. *Sustainability*, 6(12), 9179-9204. <https://doi.org/10.3390/su6129179>
- Martínez, J. (2017). Reducción de costos y competitividad en la industria de alimentos. *Revista de Administración*, 10(1), 33-47.

Mazelan, A. H., Ali, S. A. S., & Huda, M. S. (2021). Improving performance and process in food manufacturing industry using lean engineering principles. En Lecture notes in mechanical engineering (pp. 1307-1315). https://doi.org/10.1007/978-981-16-0866-7_116

Melton, T. (2005) The Benefits of Lean Manufacturing What Lean Thinking Has to Offer the Process Industries. Chemical Engineering Research and Design, 83, 662-673. - references - scientific research publishing. (s/f). Scirp.org. Recuperado el 23 de octubre de 2023, de [https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvffc255\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2500064](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffc255))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2500064)

Ministerio de Salud (2022). MinSalud expide Resolución 2492/2022 sobre etiquetado nutricional y frontal. Portal Ministerio de Salud. Colombia. <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/MinSalud-expide-Resolucion-2492-2022-sobre-etiquetado-nutricional-y-frontal.aspx>

Ministerio de salud y protección social (2013). Resolución 242 del 2013: requisitos sanitarios para el funcionamiento de las plantas de beneficio de aves de corral, desprese y almacenamiento, comercialización expedida, transporte, importación o exportación de carne y productos cárnicos comestibles. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-0242-de-2013.pdf>

Ministerio de Trabajo (2024). En el 2024 el salario mínimo es de un millón 300 mil pesos y auxilio de transporte de 162 mil pesos. <https://www.mintrabajo.gov.co/comunicados/2023/enero/en-el-2024-el-salario-minimo-es-de-un-millon-300-mil-pesos-y-auxilio-de-transporte-de-162-mil-pesos>

- Molina, M. N., & Montenegr, L. Y. (2016). Optimización de los procesos productivos utilizando herramientas de producción más limpia bajo los lineamientos del sistema de gestión ambiental, en la Compañía General de Aceros S.A. ubicada en la ciudad de Bogotá D.C. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/410
- Navarro Albert, E., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2017). METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN DE SIX SIGMA. 3C Empresa Investigación y pensamiento crítico, 6(5), 73–80. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.73-80>
- NQA (s.f.). Guía de implementación ISO 22000. Portal NQA Organismo de certificación Global. <https://www.nqa.com/es-pe/certification/standards/iso-22000/implementation>
- Nyoka, R., Muhezva, C., & Zvamaziva, T. (2023). Investigating knowledge, practices, perceptions, attitudes and barriers associated with implementation of Food Safety Management Systems in Zimbabwe's tea industry. 1(ISSN 2949-8244), 1413-1422. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.10.009>.
- Observatorio de Desarrollo Económico. (2023). *Flujos económicos en la Región Metropolitana de Bogotá, 2021-2022*. <https://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/abastecimiento/flujos-economicos-en-la-region-metropolitana-de-bogota-2021-2022>
- OPS (2015). Codex Alimenticio. Organización Panamericana de Salud. <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2015/cha-codex-alimentario.pdf>
- OPS (S.F.). Historia del Sistema HACCP. Organización Panamericana de Salud. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10833:2015-historia-sistema-haccp&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0

ODUR (2022). Análisis de implementación de los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en Cundinamarca.

<https://experience.arcgis.com/experience/ac0b7fe19a3849fd893913c6cd72325f/page/ODS/?draft=true>

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) - ISO (Organización Internacional de Normalización). (2021). Guía práctica de ISO 22000: 2018 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.

Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (1997). Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación. Portal FAO. <https://www.fao.org/3/y1579s/y1579s03.htm>

Pegels, C. C. (1984). The Toyota production system — lessons for American management. *International Journal of Operations & Production Management*, 4(1), 3–11. <https://doi.org/10.1108/eb054703>

Rodríguez, E. (2021). Adaptación a las tendencias del mercado en la industria de alimentos. *Revista de Tendencias de Consumo*, 30(2), 78-94.

Román, P. (2007). Buenas prácticas de manufactura: Planes de higiene y sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control para la pequeña y mediana empresa quesera. Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

Rondon, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E. & Galvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. CEPAL, Naciones Unidas. ISSN 2518-3923.

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a5f80abc-8063-4e19-b871-e954f1db5bf6/content>

Sebranek, J. (2018). Las ventajas de marinados y salmueras de inyección. Carnetec.

<https://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/76340>

Sena (2024). Cursos relacionados con alimentos y manufactura del sector alimentos. Portal Sofia

Plus de Sena. https://oferta.senasofiaplus.edu.co/sofia-oferta/buscar-oferta-educativa.html?radio=opcion199&buscador_texto=Alimentos

Sodhi, H. S. (2021). Lean six sigma in food industry: a case study. International Journal of

Productivity and Quality Management, 34(3), 336.

<https://doi.org/10.1504/ijpqm.2021.119765>

Sundrum, A. (2007). Quality in organic, low-input and conventional pig production. En Handbook

of Organic Food Safety and Quality (pp. 144–177). Elsevier.

<https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/drip-loss>

Teira, G., Perlo, F., Bonato, P., & Fabre, R. (2004). Estudio de mermas por descongelación en

fillets de pollo. Ciencia, Docencia y Tecnología, XV (28), 203-213.

The Food Tech (2021). Metodologías ágiles y su potencial para maximizar la inocuidad

alimentaria. Portal Revista Food Tech. [https://thefoodtech.com/seguridad-](https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/metodologias-agiles-y-su-potencial-para-maximizar-la-inocuidad-alimentaria/)

[alimentaria/metodologias-agiles-y-su-potencial-para-maximizar-la-inocuidad-alimentaria/](https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/metodologias-agiles-y-su-potencial-para-maximizar-la-inocuidad-alimentaria/)

Umaña, E. (2011). Conservación de alimentos por frío. Fiagro y Fusades Proinnova.

https://fusades.org/publicaciones/conservacion_alimentos_frio.pdf

- Vargas, D. (2018). Mejora de la eficiencia operativa mediante la optimización de procesos. *International Journal of Industrial Engineering*, 12(4), 67-82.
- Vertical-i (2023). Colombia Food Tech Program. Portal Colombia FoodTech. <https://colombiafoodtech.com/>
- Vlachos, I. (2015). Applying lean thinking in the food Supply Chains: A case study. *Production Planning & Control*, 26(16), 1351-1367. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1049238>
- Wheelen, T., &Hunger, D. (2013). *Administración Estratégica y Política de Negocios (Conceptos y Casos)*. Bogotá: Pearson. Edición 13 Pagina 107- 139
- George, M. L., et al. (2005). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma with Lean Speed*. McGraw-Hill
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1994). The machine that changed the world, Rawson Associates. In *The International Journal of Human Factors in Manufacturing* (Vol. 4, Issue 3).
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon & Schuster
- Ohno, T. (2001). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press
- Rother, M., & Shook, J. (2009). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda* (Version 1.3). Lean Enterprise Institute
- Flores, J. F. (Noviembre de 2005). *Manual de mapeo de cadena de valor*. Gestopolis, pág. 1.
- Vendan, S., y Sakthidhasan, K. (2010). *Reduction of Wastages in Motor Manufacturing Industry*.

Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, 4(5), pp. 579 – 590.

Lovelle, J. (2001). Mapping the value stream. IIE Solutions, 33(2), pp. 26-33.

Anexo A. Instrumento de medición para el diagnóstico organizacional

Instrumento de medición para el Diagnóstico Organizacional de Alimentar Procesar SAS

El presente formulario es un instrumento de medición basado en las metodologías Pestel, Six Sigma y HACCP, elaborado por Luis Barrera, Steven Ramos y Paula Rodríguez, en el cual se tuvo en cuenta variables adaptadas a la definición, medición, análisis, mejoramiento continuo y control de los procesos, con el fin de realizar el diagnóstico organizacional en Alimentar Procesar SAS.

Indique su cargo, por favor: _____

Indique a área pertenece, por favor: _____

Indique a qué rango de antigüedad pertenece, por favor: <1 año _____ 1 año a 2 años _____ 2 años a 5 años _____ >5años:

Indique a qué rango de edad pertenece, por favor: 18años-29años _____ 30años-39años _____ 40años-49años _____
>50años: _____

Indique su nivel de formación, por favor: Bachiller _____ Técnico _____ Profesional _____ Posgrado: _____

A continuación, se relacionan una serie de afirmaciones acerca del proceso de producción de pollo crudo en Alimentar Procesar SAS. Solicitamos su amable colaboración con su diligenciamiento, marcando su percepción con una X de acuerdo con la escala, por favor:

Instrumento de medición para el nivel de madurez de los procesos de Alimentar Procesar SAS

#	Afirmación	Totalmente de acuerdo	Algo de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	En la organización se dispone de Mapas de Procesos definidos y documentados					
2	En la organización están documentados los procesos internos de la empresa					
3	En la organización se realizan auditorías para verificar que los procesos se estén cumpliendo adecuadamente					
4	La organización cuenta con métricas definidas para evaluar el desempeño de los procesos					
5	En la organización se están evaluando los procesos en cuanto a su contribución a los objetivos estratégicos					
6	En la organización se disponen de métricas o <i>KPIs</i> del rendimiento de los procesos y los recursos involucrados, relacionados con objetivos empresariales					
1	En la organización se tiene establecido un control de tiempos para cada etapa del proceso de transformación de pollo crudo, con su asignación en formatos y se lleva un registro documental de esas mediciones.					
2	En la organización se realiza un análisis estadístico de los datos recolectados de tiempos del proceso con el objetivo de controlar los tiempos muertos, paros de máquina, subutilización de recursos, entre otros. (Ineficiencias del proceso)					
3	En la organización se tienen identificados los cuellos de botella del proceso de transformación de pollo crudo y se han establecido planes de mejora para gestionarlos.					
4	En la organización se tienen definidos los espacios idóneos para llevar un proceso de congelación efectivo y controlado					
5	En la organización se cuenta con la tecnología y maquinaria adecuada para cumplir con los parámetros de temperatura durante todo el ciclo de producción directo e indirecto que permita garantizar con las metas de producción y asegurar la inocuidad del producto.					

6	Se controla la temperatura de manera efectiva y consistente durante el proceso de transformación garantizando la cadena de frio e inocuidad del producto.					
7	En la organización se lleva registro del peso del pollo crudo durante todo el ciclo de transformación (inicial, fases, y producto final para distribución y venta).					
8	En la organización realiza un análisis de los datos históricos de los porcentajes de merma del pollo crudo durante todo el ciclo de transformación (inicial, fases, y producto final para distribución y venta) para tomar acciones correctivas y/o controlar el proceso.					
9	En la organización se han implementado varios procesos y tecnologías para mitigar los porcentajes de merma en la exudación del pollo crudo durante su ciclo productivo.					
10	Se realiza benchmarking (Análisis de competencia) sobre el proceso de exudación con el objetivo reducir la merma causada y mejorar la calidad del producto					
11	En la organización se realiza un control de desechos y desperdicios enmarcado dentro de un plan de disposición de residuos generados por el proceso productivo					
12	En la organización, el área de producción se encuentra separada de las áreas administrativas con el objetivo de mitigar la contaminación cruzada por el tránsito de personal sin el uniforme adecuado cerca al producto en proceso					
13	En el <i>layout</i> se tuvo en cuenta el flujo de proceso de materias primas, producto en proceso y producto terminado para que el tránsito de cada estado del producto no genere contaminaciones cruzadas (Sin cruces del flujo).					
14	En la organización se tienen establecidos los canales de comunicación, la línea de autoridad, así como la responsabilidad de cada uno de los roles y disposiciones en el área de producción.					
15	En la organización se realizan revisiones y controles periódicos de la maquinaria, las cuales son realizadas por personal técnico especializado y se lleva control documental de los mismos. (Programa de mantenimiento preventivo)					
16	En la organización se han identificados los riesgos de la operación y se han clasificado en la matriz asignada para su control y plan de prevención. Los colaboradores son capacitados frente a los mismos y siguen las pautas para prevenir accidentes e incidentes y se les ha dispuesto de todos los EPP, dotación y herramientas requeridos para el correcto desarrollo de sus labores.					

17	La organización cuenta con un programa de metrología donde se haga revisión y calibración periódica preventiva de todos los equipos de medición y se mantenga actualizados sus certificados de vigencia por un ente autorizado.					
18	En la organización se capacita constantemente al personal sobre diferentes técnicas y buenas prácticas en el proceso de producción de alimentos, en específico del pollo crudo, así como en el manejo de la maquinaria.					
19	En La organización se cuenta con manuales de proceso y de funciones, señalización en cada una de las áreas y estos se han socializado y comunicado a todo el personal. (Procesos documentados)					
20	En la organización se tienen calculados y definidos los costos de producción.					
21	En la organización se tiene un control sobre los costos de producción y son consistentes a lo largo del tiempo.					
22	En la organización el control de los costos de producción permite establecer precios competitivos para los clientes.					
23	De acuerdo con la dinámica del sector y las tendencias del mercado, los costos de producción se pueden predecir y se establecen márgenes frente a la distribución del presupuesto internos de los procesos.					
24	La organización cuenta con un programa de producción claramente definido con recursos asignados alineados a la demanda					
25	La organización tiene definidas las capacidades de producción y alinea su programa de producción al cumplimiento de ellas					
26	La organización cuenta con procesos de planeación de la demanda de cada una de sus líneas de producto					
27	Sostenibilidad ambiental - La organización cuantifica sus emisiones de GEI, mide su huella de carbono y tiene un compromiso por alcanzar una reducción progresiva de residuos en su operación.					
28	Dentro del marco de sostenibilidad social la organización cuenta con un programa de bienestar orientado hacia la sociedad, en el cual mide el impacto en la calidad de vida de los trabajadores que habitan en la región y apoyan el desarrollo socioeconómico de sus familias					

29	En la visión, la misión y los valores de la empresa comprende un compromiso explícito con la sostenibilidad, y con producir un impacto social y/o ambiental positivo específico alineados a algunas de las metas de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.					
----	--	--	--	--	--	--

30. ¿En qué aspectos considera que la empresa sobresale o se define?

31. ¿En qué aspectos considera que la empresa puede mejorar?

Anexo C. Validación del instrumento de medición

VALIDACIÓN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN - V DE AIKEN
TITULO DEL PROYECTO

Nombre del Evaluador: 5
evaluadores

Cargo del evaluador: Docentes EAN y Directivos Procesar
SAS

Fecha de aplicación: 14/11/2023

INSTRUCCIONES: Para validar el instrumento de diagnóstico requerido en el presente estudio, se han identificado una serie de variables y un grupo preguntas que las describen. Califique cada una de las preguntas formuladas siendo **1** totalmente de acuerdo y **0** totalmente en desacuerdo, en relación a su grado de claridad, pertinencia y relevancia. Por favor tenga en cuenta las siguientes definiciones:

Claridad: la pregunta está correctamente redactada y es fácil de comprender por el evaluador.

Pertinencia: la pregunta permite medir con precisión la variable identificada.

Relevancia: se evidencia un enfoque teórico adecuado en la redacción de la pregunta.

A. Tiempo			EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3	EVALUADOR 4	EVALUADOR 5	V DE AIKEN
Preguntas	1	En la organización se tiene establecido un control de tiempos para cada etapa del proceso de producción de pollo crudo, con su asignación en formatos y se lleva un registro documental de esas mediciones.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2	En la organización se han analizado los registros de los tiempos ejecutados en el ciclo de producción de pollo crudo y se han identificado tiempos	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	0,93

		muertos en donde no se aprovecha la maquinaria y otras herramientas.						
	3	En la organización se tienen identificados los cuellos de botella del proceso de producción de pollo crudo y se han establecido planes de mejora para gestionarlos.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
B. Temperatura			EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3	EVALUADOR 4	EVALUADOR 5	V DE AIKEN
Preguntas	1	En la organización se tienen establecidos los espacios requeridos para llevar un control y un proceso efectivo de congelación durante la producción de pollo crudo.	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,93
	2	En la organización se cuenta con la tecnología y maquinaria adecuada para cumplir con los parámetros de temperatura durante todo el ciclo de producción (directo e indirecto) que permita garantizar con las metas de producción y asegurar la inocuidad del producto.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	3	La temperatura del pollo crudo durante todo el proceso de producción es consistente, se controla de manera efectiva y es la adecuada para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad del producto final.	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	0,93
C. Merma			EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3	EVALUADOR 4	EVALUADOR 5	V DE AIKEN

Preguntas	1	En la organización se lleva registro del peso del pollo crudo durante todo el ciclo de producción (inicial, fases, y producto final para distribución y venta).	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2	En la organización realiza un análisis de los datos históricos de los porcentajes de merma del pollo crudo durante todo el ciclo de producción (inicial, fases, y producto final para distribución y venta) para tomar acciones correctivas y/o controlar el proceso.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	3	En la organización se han implementado varios procesos y tecnologías para mitigar los porcentajes de merma en la exudación del pollo crudo durante su ciclo de producción.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	4	Se realiza benchmarking para identificar estrategias de mejora frente al promedio de exudación y la disminución de la merma sin comprometer la calidad del pollo crudo.	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,93
	5	En la organización se realiza un control de desechos y desperdicios enmarcado dentro de un plan de disposición de residuos generados por el proceso productivo.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
D. Criterios HACCP (Puntos críticos)			EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3	EVALUADOR 4	EVALUADOR 5	V DE AIKEN
Preguntas	1	En la organización, el área de producción se encuentra	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	0,93

	separada de las áreas administrativas.						
2	En el layout se tuvo en cuenta el flujo de proceso de materias primas, producto en proceso y producto terminado para que el tránsito de cada estado del producto no genere contaminaciones cruzadas (Sin cruces del flujo).	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3	En la organización se tienen establecidos los canales de comunicación, la línea de autoridad, así como la responsabilidad de cada uno de los roles y disposiciones en el área de producción.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4	En la organización se realizan revisiones y controles periódicos de la maquinaria, las cuales son realizadas por personal técnico especializado y se lleva control documental de los mismos. (Programa de mantenimiento preventivo)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	En la organización se han identificado los riesgos de la operación y se han clasificado en la matriz asignada para su control y plan de prevención. Los colaboradores son capacitados frente a los mismos y siguen las pautas para prevenir accidentes e incidentes y se les ha dispuesto de todos los EPP, dotación y herramientas requeridos para el correcto desarrollo de sus labores.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

	6	La organización cuenta con un programa de metrología donde se haga revisión y calibración periódica preventiva de todos los equipos de medición y se mantenga actualizados sus certificados de vigencia por un ente autorizado.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	7	En la organización se capacita constantemente al personal sobre diferentes técnicas y buenas prácticas en el proceso de producción de alimentos, en específico del pollo crudo, así como en el manejo de la maquinaria.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	8	En La organización se cuenta con manuales de proceso y de funciones, señalización en cada una de las áreas y estos se han socializado y comunicado a todo el personal. (Procesos documentados)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E. Costos			EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3	EVALUADOR 4	EVALUADOR 5	V DE AIKEN
Preguntas	1	En la organización se tienen calculados y definidos los costos de producción.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2	En la organización, los costos de producción son consistentes de un periodo a otro y están controlados de manera efectiva.	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	0,93
	3	En la organización, el control y consistencia sobre los costos de producción permite establecer precios competitivos para los clientes.	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	0,93

2	La organización cuenta con un programa de bienestar, beneficios e incentivos para el personal y mide periódicamente la percepción de sus colaboradores y el impacto en su calidad de vida y de la comunidad en donde se realiza la operación.	1,00	1,00	1,00	0,67	0,67	0,87
3	La organización cuantifica sus emisiones de GEI, mide su huella de carbono y tiene un compromiso por alcanzar una reducción progresiva de residuos en su operación.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Anexo D. Resumen de datos recolectados

TABULACIÓN DE DATOS INSTRUMENTO DIAGNOSTICO PROCESAR

VARIABLE	PREGUNTA	2	1	0	-1	-2	SUMA
MADUREZ	1	0,74	0,26	-	-	0,11	0,58
MADUREZ	2	0,63	0,21	-	-	0,05	0,47
MADUREZ	3	0,63	0,37	-	-	0,11	0,79
MADUREZ	4	0,42	0,42	-	-	0,21	0,42
MADUREZ	5	0,42	0,32	-	-	0,11	0,43
MADUREZ	6	0,32	0,37	-	-	0,21	0,26
TIEMPO	1	0,42	0,32	-	-	0,05	0,27
TIEMPO	2	0,32	0,26	-	-	0,05	-
TIEMPO	3	0,53	0,21	-	-	0,11	0,42
TEMPERATURA	1	0,95	0,26	-	-	0,05	1,05
TEMPERATURA	2	0,95	0,26	-	-	0,11	1,11
TEMPERATURA	3	0,84	0,37	-	-	0,11	1,11
MERMA	1	1,16	0,37	-	-	0,05	1,47
MERMA	2	0,95	0,47	-	-	0,05	1,37
MERMA	3	0,53	0,32	-	-	0,05	0,47
MERMA	4	0,42	0,37	-	-	0,05	0,42
MERMA	5	0,42	0,42	-	-	0,05	0,58
HACCP	1	1,37	0,21	-	-	-	1,58
HACCP	2	0,74	0,37	-	-	0,05	0,95
HACCP	3	1,06	0,21	-	-	-	1,06
HACCP	4	0,53	0,32	-	-	0,16	0,58
HACCP	5	0,63	0,32	-	-	0,16	0,58
HACCP	6	0,63	0,21	-	-	0,11	0,42
HACCP	7	0,32	0,42	-	-	0,11	0,32
HACCP	8	0,63	0,26	-	-	0,16	0,53
COSTOS	1	0,63	0,37	-	-	0,05	0,84
COSTOS	2	0,74	0,32	-	-	0,16	0,89
COSTOS	3	0,63	0,42	-	-	0,05	0,89
COSTOS	4	0,53	0,47	-	-	0,05	0,84
PRODUCTIVIDAD	1	0,53	0,47	-	-	-	0,79
PRODUCTIVIDAD	2	0,53	0,42	-	-	-	0,84
PRODUCTIVIDAD	3	0,63	0,42	-	-	0,05	0,89
SOSTENIBILIDAD	1	0,53	0,32	-	-	0,11	0,42
SOSTENIBILIDAD	2	0,42	0,47	-	-	0,05	0,63
SOSTENIBILIDAD	3	0,74	0,32	-	-	0,05	0,79

Anexo E. Análisis financiero de la propuesta

CONCEPTO	VALOR	MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	OTROS
PRODUCCIÓN DÍA:	1,00			
VALOR DEL COSTO DE INVERSIÓN:	\$362.000.000			
COSTO PROCESO ACTUAL:	\$156.696.000	\$0	\$156.696.000	\$0
COSTO PROCESO PROPUESTO:	\$26.341.771	\$0	\$0	\$26.341.771
DIFERENCIA DE COSTO:	\$130.354.229	\$0	\$156.696.000	\$26.341.771
IMPUESTO SOBRE LA RENTA:	-\$31.989.847			
ECONOMÍA ANUAL LÍQUIDA:	\$98.364.382			
ECONOMÍA MENSUAL LÍQUIDA:	\$8.197.032	-		
PLAZO DE RECUPERACIÓN (PAYBACK):	44	-		
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):	24%			
VALOR ACTUAL NETO (VAN):	\$150.415.551			

8	ECONOMIA LÍQUIDA (5 - 7)	- 362.664.442, 00	98.364.38 2	98.364.38 2	98.364.382	98.364.38 2	98.364.38 2	98.364.382	98.364.38 2	98.364.38 2	98.364.38 2	98.364.38 2
9	RETORNO INVERSIÓN											CRITERIOS PARA LA ACEPTACIÓN DEL PROYECTO
9.1	TASA INTERNA DE RETORNO		(TIR)		24%							TIR > WACC + d 14%
9.2	VALOR PRESENTE LÍQUIDO		(VPL)	\$	\$150.415.5 51							VPL > 0

Anexo F. Registros fotográficos del proceso productivo y la planta de producción

Descripción	Registro fotográfico
Embalaje de producto	
Máquina marinadora	

Proceso de
desprese



Proceso de
congelación



Mezcla de
marinado



Cuarto de
enfriamiento



Máquina de
fileteo o
dehuesadora



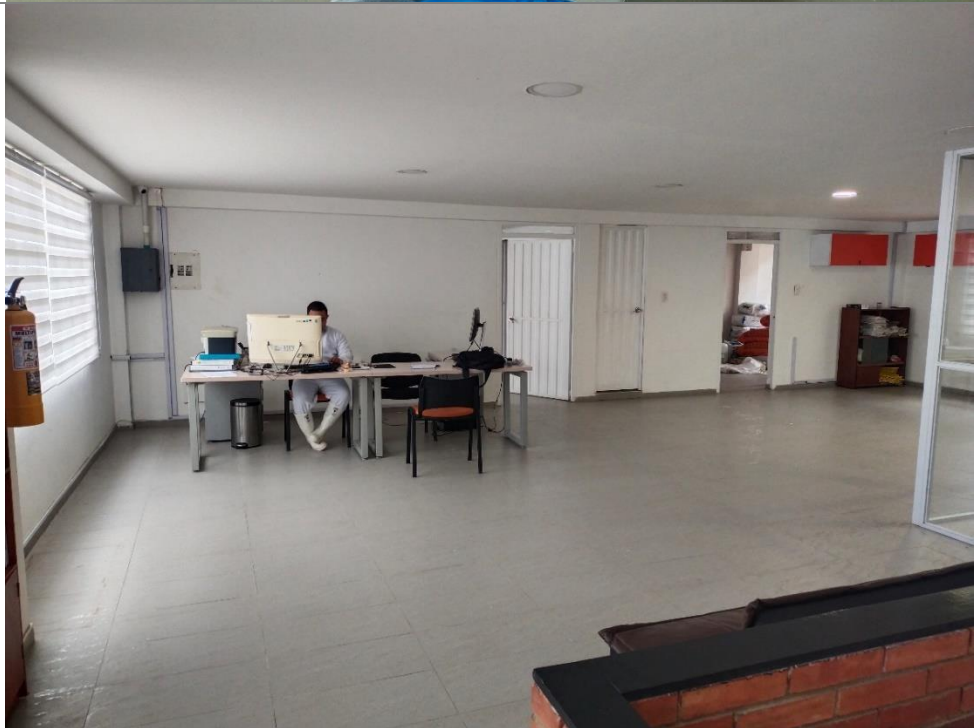
Máquina
tombleadora



Embalaje de
producto
marinado



Oficina
administrativa



Proceso de
marinado por
inyección



Nota. Elaboración propia con base en registro de observación en visitas a la planta de Procesar.