

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería
Industrial**

**Rediseño de los procesos en las líneas de producción de pollo
en la planta Pipasa San Rafael**

AUTOR

Ruth Nohemi Solano Zúñiga

TUTOR

Ing. MBA Alejandro Leiva González

LECTOR

Ing. Jessica Hernández Vargas

SAN JOSÉ, ABRIL, 2021

Dedicatoria

Dedico este gran logro a mis padres, personas valientes que, a pesar de las adversidades que se les han presentado en la vida, han salido adelante. A ellos, quienes con su trabajo, esfuerzo, apoyo y amor han hecho esto posible. Por ser quienes nunca fallan y por estar presentes en cada uno de mis logros.

A mis hermanos, quienes han sido una fuente de motivación para luchar por lo que deseo y por ser el apoyo incondicional en toda mi educación. Por aconsejarme desde mi niñez y acompañarme durante mi crecimiento.

A mis amigos, por sus palabras de aliento en las situaciones buenas y en las malas, por las experiencias compartidas y por esos recuerdos que deja una buena amistad.

A todos ellos, gracias por el cariño, comprensión y apoyo.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por la oportunidad de permitirme cumplir una meta más y convertirse en el inicio de una nueva experiencia.

A los ingenieros Erick Vásquez, Alfonso Chinchilla y Rafael Vargas, por abrir las puertas de la empresa para desarrollar mi proyecto de tesis; por su dirección, seguimiento y por integrarme con cordialidad a su equipo de trabajo.

A los supervisores, técnicos y al personal de la empresa por su gran disposición y por el aporte de sus conocimientos durante la ejecución de mi práctica profesional.

A mi familia, quienes formaron parte de esta gran etapa desde sus inicios, por todo el apoyo incondicional y motivación que fueron indispensables para cumplir con este fin.

A mis amigos Brayan Alvarado, Sharon Cruz, Jordan Pérez, María José Prado y Andrey Solano, por ser incondicionales, por cada sonrisa y dificultad que pasamos juntos durante nuestra experiencia universitaria.

A todos aquellos que estuvieron presentes durante mi proceso de formación y por hacer esto posible, ¡muchas gracias!

Contenido

Dedicatoria	1
Agradecimientos.....	2
Resumen	11
CAPÍTULO INTRODUCCIÓN.....	12
Generalidades de la Empresa Pipasa S.R.L.....	13
Misión.....	13
Visión	13
Valores	14
Historia.....	14
Ubicación	15
Organigrama.....	15
Planteamiento del Problema.....	16
Objetivos	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos.....	18
Justificación.....	18
Antecedentes	19
Proyecciones.....	24
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	25
Industria alimentaria.....	25
Sistema HACCP (<i>Hazard Analysis and Critical Control Points</i>).....	31
Rediseño de procesos	32

Sistema de Excelencia de Manufactura de Cargill (CMES)	33
Operaciones Estables (SO).....	35
Importancia de configurar el Sistema de Operaciones estables	39
Trabajo estándar	39
Crear la línea de base	40
Cuantificar la oportunidad.....	42
Consistencia de la Operación	44
Mapeo de Procesos.....	46
Diagramas de Flujo del proceso	48
Diagrama de Procesos	50
Matriz de Priorización.....	51
Diagrama de Pareto	53
Diagrama de Ishikawa.....	55
Ingeniería de Métodos y Movimientos.....	57
Diagrama Bimanual.....	59
Estudio de Tiempos.....	61
<i>Lean Manufacturing</i>	63
Indicadores Clave de Desempeño	65
Gestión Visual.....	66
Trabajo en equipo.....	68
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	70
Enfoque	70
Alcance.....	70
Diseño.....	71

Muestra de la Investigación.....	71
VARIABLES O UNIDADES DE ANÁLISIS.....	73
Instrumentos	74
Proceso para la Recolección de Datos.....	75
Método de Análisis.....	76
Cronograma.....	77
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN (DIAGNÓSTICO)	79
Línea de Cortes.....	96
Línea de Inyección	107
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
Conclusiones	128
Recomendaciones.....	129
CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	130
Diseño de Propuesta	130
Ciclo de Mejora Diaria.....	131
Sistema de Gestión Diaria (<i>Daily Management System, DMS</i>)	134
Trabajo estandarizado	135
Indicadores clave de desempeño	143
Gestión visual (Pizarras)	144
Trabajo en equipo y liderazgo.....	149
Trabajo Estándar de los Líderes (<i>Leader Standard Works</i>)	152
Análisis de Pérdidas y Desperdicios	153
Proceso de detección de desviaciones en el proceso.....	158
Herramientas de resolución de problemas	160

Mejorar estándares	163
Rediseño en la línea de Inyección	165
Evaluación Económica	166
Plan de Implementación	167
REFERENCIAS	170
APÉNDICES	174

Tablas

Tabla 1. Puntuación COA	46
Tabla 2. Matriz de priorización	53
Tabla 3. Diagrama de Pareto	54
Tabla 4. Clasificación de los movimientos	58
Tabla 5. Divisiones básicas de los movimientos.....	59
Tabla 6. Diagrama bimanual.....	61
Tabla 7. Variables.	74
Tabla 8. Instrumentos.....	75
Tabla 9. Nomenclatura de diagrama de flujo del proceso de producción de pollo.....	86
Tabla 10. Matriz de priorización.	101
Tabla 11. Datos para Gráfico de Pareto.....	102
Tabla 12. Muestreo de Producto.....	105
Tabla 13. Matriz de priorización de la línea de Inyección.	111
Tabla 14. Datos de referencia para Gráfico de Pareto.	112
Tabla 15. Estudio de tiempos.	118
Tabla 16. Tamaño de la muestra.....	119
Tabla 17. Estudio de tiempos en la línea de Inyección.....	120
Tabla 18. Cálculo de Tiempo estándar.....	121
Tabla 19. Tabla de evaluación COA.....	124
Tabla 20. Operaciones Estables - Evaluación de la Consistencia de Operaciones.....	125
Tabla 21. Análisis COA.	126

Figuras

Figura 1. Planta PIPASA S.R.L. (Cargill).	15
Figura 2. Organigrama de Operaciones.	16
Figura 3. Tipos de industrias alimentarias	26
Figura 4. Sistema de Excelencia de Manufactura de Cargill (CMES)	34
Figura 5. Pasos de implementación de Operaciones Estables	35
Figura 6. Ejemplo de cálculo de línea base	41
Figura 7. Gráfica de probabilidad línea base	41
Figura 8. Mapa de procesos	48
Figura 9. Simbología del diagrama de flujo.	49
Figura 10. Diagrama de Procesos	51
Figura 11. Gráfico de Pareto.	55
Figura 12. Diagrama de Ishikawa.	57
Figura 13. Simbología del diagrama bimanual.	60
Figura 14. Fórmula del cálculo de la muestra.	62
Figura 15. Resultados del análisis de tiempos.	63
Figura 16. Estructura de descomposición del trabajo (WBS).	77
Figura 17. Diagrama de GANTT.	78
Figura 18. Mapa de procesos de Pipasa S.R.L.	79
Figura 19. Diagrama de flujo del proceso de producción de pollo.	83
Figura 20. Plano de Planta Pipasa S.R.L.	95
Figura 21. Diagrama de procesos de la línea de Cortes.	96
Figura 22. Reporte gráfico de producción en la línea de Cortes.	98
Figura 23. Gráfica de probabilidad de la línea de Cortes.	100

Figura 24. Pareto.	102
Figura 25. Diagrama de Ishikawa.	103
Figura 26. Gráfico de Muestreo de Producto.	105
Figura 27. Clasificación de producto defectuoso.	106
Figura 28. Diagrama de procesos de la línea de Inyección.	107
Figura 29. Reporte gráfico de producción en la línea de Inyección.	109
Figura 30. Gráfico de probabilidad en la línea de Inyección.	110
Figura 31. Pareto.	112
Figura 32. Diagrama de Ishikawa de Inyectora de piezas.	113
Figura 33. Diagrama bimanual.	116
Figura 34. Integración del Sistema de Operaciones Estables con el Ciclo de mejora diaria.	131
Figura 35. Principios del Ciclo de mejora diaria.	133
Figura 36. Formato de procedimiento operativo estándar.	138
Figura 37. Formato de guía de resolución de problemas.	140
Figura 38. Formato de capacitación.	142
Figura 39. Pizarra de gestión visual para las reuniones diarias.	148
Figura 40. Estructura de equipos y liderazgo.	149
Figura 41. Trabajo estándar del líder.	152
Figura 42. Los 7 desperdicios.	155
Figura 43. Diagrama de detención de desviaciones.	159
Figura 44. Árbol 5 por qué.	161
Figura 45. A3 Resolución de problemas.	162
Figura 46. Curva de compromiso	164
Figura 47. Cuadro de resumen de Estudio financiero.	167

Figura 48. Programa de capacitación.....	168
Figura 49. Gantt de plan de implementación.	169

Resumen

El presente trabajo de tesis se desarrolla en Cargill, específicamente en la planta Pipasa S.R.L. ubicada en la provincia de Alajuela, y está enfocado en rediseñar los procesos de las líneas de producción de pollo. La planta de producción cuenta con cinco departamentos y se selecciona el área de Cortes debido a la complejidad de sus procesos.

En el área es notoria la falta de estabilidad de sus procesos, lo cual lleva a la presencia de mudas, variabilidad y un cuello de botella que afectan negativamente a los procesos y, por ende, a la producción. Se identifica la necesidad de llevar a cabo un rediseño para mejorar su funcionamiento, aumentar capacidades y establecer estándares. El proyecto se desarrolla mediante el Sistema de Operaciones Estables, que busca precisamente crear y mantener un alto grado de operatividad y estabilidad como un medio para mejorar continuamente la utilización de activos.

Este sistema trabaja específicamente por líneas de producción, por lo cual es necesario evaluar las líneas por separado para obtener datos acertados. Los objetivos planteados en la investigación están estructurados en la metodología DMAIC y corresponden a los siguientes:

1. Describir los procesos de las líneas de producción para determinar la capacidad de producción.
2. Medir las variables que alteran los procesos para cuantificar el impacto sobre la producción.
3. Analizar las causas detectadas para establecer las oportunidades de mejora.
4. Desarrollar un sistema que disminuya la aparición de mudas para estabilizar los procesos.
5. Controlar los procesos de las líneas mediante documentación para asegurar su cumplimiento.

Para la consecución de los objetivos es importante el apoyo del personal de la empresa involucrado en las operaciones de la planta, realizar visitas a la planta de producción para conocer sus procesos productivos y al personal que labora, y finalmente, aplicar herramientas de análisis que permitan comprender lo que realmente sucede en el área en estudio.

CAPÍTULO INTRODUCCIÓN

El presente proyecto consiste en el rediseño de los procesos de las líneas de producción de pollo en la planta Pipasa San Rafael, ubicada en San Rafael de Alajuela y cuyo negocio se centra en productos alimenticios. El objetivo principal de la investigación consiste en rediseñar los procesos en las líneas de producción de pollo en dicha empresa para incrementar la eficiencia y de tal modo, orientar los procesos hacia la mejora continua.

Dado a los constantes cambios en el mercado las organizaciones deben mejorar su desempeño al brindar productos y servicios de calidad que satisfagan las expectativas de sus clientes, es por ello, que muchas empresas buscan mejorar y perfeccionar sus procesos para hacer frente a los retos que se presenten. Muchos de esos cambios importantes por realizar implican un rediseño de procesos cuando estos no avanzan hacia logro de los objetivos propuestos.

De tal modo, el rediseño es una importante iniciativa de cambio que planifica e implementa la forma en que el proceso debe funcionar en el futuro, con la incorporación de las mejoras necesarias para hacer el proceso más eficaz y eficiente. Se reconoce que los procesos actuales tienen características positivas para funcionar, pero es necesario redefinir ciertos aspectos y establecer líneas de base para facilitar la toma de decisiones.

Es aquí donde se parte con la línea de investigación basada en diseño, desarrollo y mejoramiento de los procesos, la cual trata sobre el diseño, ejecución y medición del trabajo en cualquier sistema productivo mediante la aplicación de nuevos enfoques de mejoramiento continuo, diseño de equipos de trabajo, estructuración de manuales de operaciones, indicadores de control, entre otros; con el fin de incrementar la productividad, eficacia y eficiencia en los procesos.

El contenido del proyecto se compone de seis capítulos: introducción, marco teórico o de referencia, marco metodológico, análisis de la situación (diagnóstico), conclusiones y recomendaciones y, finalmente, la propuesta; cuyo desarrollo se describe a continuación. En el capítulo I, se presentan las generalidades de la empresa, así como aspectos propios de la investigación, tal como lo son el planteamiento del problema en estudio, los objetivos que se esperan cumplir, la justificación, antecedentes relacionados con la temática y, las proyecciones.

En el capítulo II, se exponen conceptos y teorías que resultan necesarios para encuadrar el estudio, además, estos permiten trabajar con una secuencia lógica para su desarrollo y evitar equivocaciones cometidas en otras investigaciones. Seguidamente, en el capítulo III, se describe el

procedimiento metodológico que se utilizará para responder a la pregunta de investigación. Se explica el enfoque, alcance, diseño, muestras, variables de análisis, instrumentos para la recolección de datos, método de análisis y un cronograma que permita visualizar la duración del proyecto.

En el capítulo IV, se debe responder a los objetivos planteados mediante la aplicación de herramientas y estudios propios de ingeniería industrial que permitan describir y analizar lo que ocurre en la empresa. Posteriormente, en el capítulo V, se resume puntualmente el alcance de los objetivos con los puntos detectados al realizar el diagnóstico y, a su vez, se recomiendan acciones que solucionen el problema. De esta manera, se concluye con el capítulo VI, la propuesta, aquí, se brinda la solución técnica al problema, se realiza una evaluación económica y el plan de implementación por seguir, el cual considera tiempos de instalación, capacitaciones, cambios, entre otros aspectos necesarios por considerar.

A continuación, se presentan las generalidades de la empresa y se describe el tema de investigación.

Generalidades de la Empresa Pipasa S.R.L

Misión

“Colaboramos con productores, agricultores, minoristas, entidades gubernamentales y otras organizaciones para cumplir nuestro propósito de nutrir al mundo de manera segura, responsable y sostenible. Juntos, generamos eficiencias, desarrollamos innovaciones y ayudamos a las comunidades a prosperar”. (Cargill, 2020)

Visión

La compañía ha permanecido leal a la visión de su fundador “ayudar a sus productores a prosperar, conectar a los mercados y proveer a los consumidores los productos que están buscando”. (Cargill, 2020)

Valores

Los principales valores que la organización tiene presentes son:

1. Hacer lo correcto
2. Priorizar a las personas
3. Apuntar a la excelencia.

Historia

Cargill es una empresa transnacional de raíces estadounidenses con 150 años de experiencia y opera en Centroamérica desde 1969 con dos negocios principales: carnes y aves de corral, y nutrición animal. Ofrece a sus clientes una amplia variedad de productos frescos y congelados de aves de corral, directamente en las tiendas locales.

Para el año 1999, Cargill incursiona en Costa Rica con la compra de la marca Cinta Azul y una vez posicionada, inicia la adquisición de otras marcas. Llegado el año 2011, adquiere la planta PIPASA S.R.L., ubicada en San Rafael de Alajuela. La empresa cuenta con más de 4500 empleados en las zonas metropolitanas, además de agencias de ventas en Guápiles, Limón, Guanacaste, Ciudad Neily y Pérez Zeledón. Asimismo, la empresa tiene presencia en Guatemala, Honduras, Nicaragua y Colombia, donde emplea un equipo de más de 15 000 trabajadores en la región.

Comercializa productos bajo las marcas más reconocidas y confiables en los países en los que opera; en cuanto a las marcas de pollo y embutidos en Costa Rica, se encuentran: PIPASA, Cinta Azul, Zaragoza, Castillo del Roble, Kimby y Premier. Con respecto a las marcas de nutrición animal, se encuentran: Aguilar & Solís, ASCAN, Mimados, Don Gato, Kan, Dogui, Gati y Pet Máster.

Cargill promueve un aprovechamiento equilibrado de la tierra y prácticas de agricultura sostenible para proteger los bosques. Se compromete a usar su presencia en el mercado para mitigar el impacto de la agricultura en la deforestación. Son conscientes que tanto los bosques como la agricultura son fundamentales para crear un futuro con mayor sostenibilidad y seguridad alimentaria. También, se desarrollan programas de asistencia a productores de ganadería y acuicultura con el fin de mejorar la nutrición animal mediante investigación y desarrollo.

Ubicación

A continuación, se muestra en la

Figura 1 la ubicación de la planta PIPASA S.R.L. (Cargill).

Figura 1. Planta PIPASA S.R.L. (Cargill).



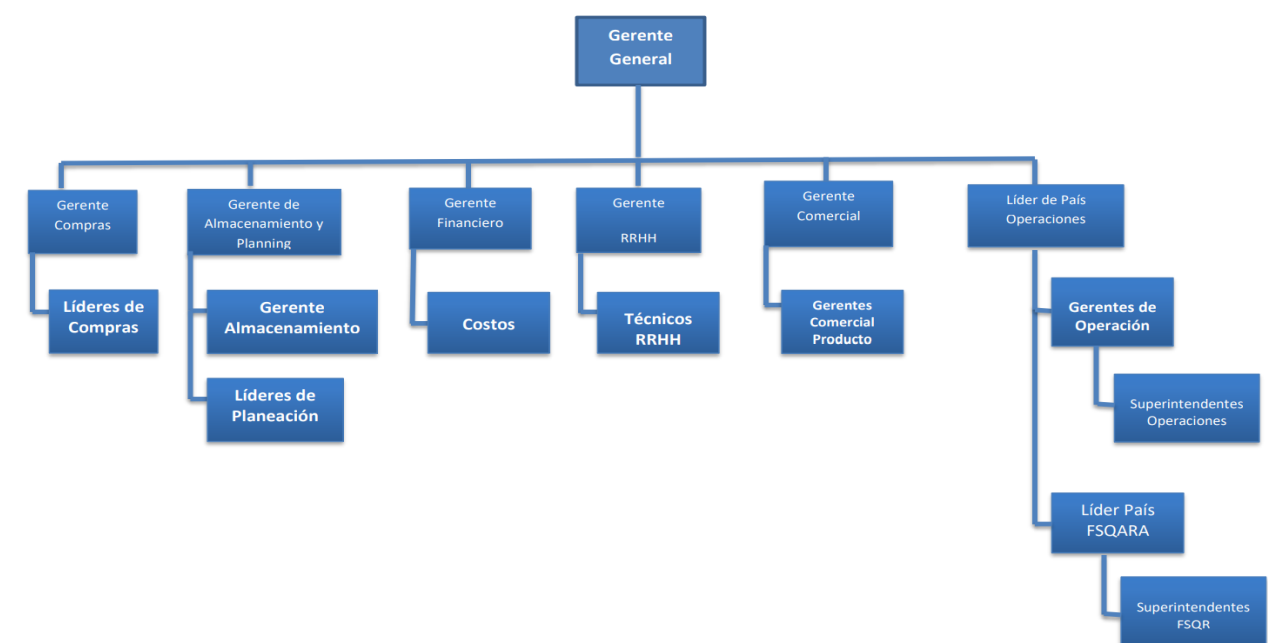
Nota: Google Maps.

En el complejo Cargill, ubicado en San Rafael de Alajuela, Costa Rica, se encuentran: la planta de pollo Pipasa S.R.L., planta KIMBY y planta Pipasa Fácil.

Organigrama

En la planta Pipasa S.R.L., el Departamento de Operaciones se encuentra organizado como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2. Organigrama de Operaciones.



Nota: (Cargill, 2020).

Con respecto al organigrama, el departamento de producción se encuentra a cargo del superintendente de operaciones, quien busca asegurar que las necesidades de producción se cumplan según los requerimientos de los clientes y la empresa. El área cuenta con supervisores de procesos primarios (procesos que corresponden a la matanza del pollo, eliminación de plumas y extracción de vísceras) y de procesos secundarios (relacionados con toda la transformación del pollo en diferentes cortes y presentaciones). Además, se cuenta con líderes, quienes también se encargan de velar por el cumplimiento de la producción y de orientar a los trabajadores en el desarrollo de los diferentes procesos.

Planteamiento del Problema

Actualmente, los procesos relacionados con la producción se encuentran dentro de los objetivos de la gerencia para tomar acciones que lleven a la mejora continua y estabilización. Si bien es cierto, la planta de producción opera con normalidad, pero los procesos se ven afectados principalmente por factores como la aparición de mudas, falta de documentación y de estándares operativos que impactan de manera negativa la capacidad de producción en la planta.

La planta de producción cuenta con diferentes líneas en las cuales se procesa el producto para ser transformado (de pollo entero a piezas) y empacado según especificaciones de pedidos. Posteriormente, se destina a ser refrigerado o congelado para su traslado al centro de distribución. Con relación a los problemas mencionados, algunos operarios manejan su propio método de trabajo, principalmente aquellos que tienen gran permanencia en la organización (experiencia).

A pesar que se cuenta con información documentada sobre los procesos de producción, no se cuenta con documentación que haga referencia sobre los tipos de ajustes que requiere el equipo, tanto en la parte operativa (operarios) como en la técnica (mantenimiento) y esto es de suma importancia debido a que si el ajuste que se ejecutó en las máquinas no es el adecuado, el pollo presentaría defectos como quebraduras o hematomas y esto incide en la pérdida de calidad del producto y atrasos en la producción por no cumplir con las especificaciones, por ejemplo.

En cuanto a los paros en las líneas, estos se presentan debido a falta de producto, falla de ajustes operativos en el equipo y por lo tanto necesitan reajustes, fallas de tipo técnico en donde se tiene que contactar a asociados de mantenimiento para que revisen el equipo y hagan los respectivos cambios para resolver el problema.

En general, en el área de Cortes, se hace visible la presencia de mudas que alteran negativamente el desarrollo de los procesos y el diseño actual con el que cuenta la línea de inyección evidencia la necesidad de llevar a cabo un rediseño para mejorar su funcionamiento, aumentar capacidades y establecer estándares.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia la oportunidad que existe en la planta de producción para realizar mejoras en los procesos y aumentar la capacidad; ello, deriva en la siguiente pregunta: ¿Cómo rediseñar los procesos en las líneas de producción de pollo en la planta Pipasa San Rafael para incrementar la eficiencia?

Objetivos

A continuación, se presenta el objetivo general y específicos del proyecto.

Objetivo general

- Rediseñar los procesos en las líneas de producción de pollo en la planta Pipasa San Rafael para incrementar la eficiencia.

Objetivos específicos

- Describir los procesos de las líneas de producción para determinar la capacidad de producción.
- Medir las variables que alteran los procesos para cuantificar el impacto sobre la producción.
- Analizar las causas detectadas para establecer las oportunidades de mejora.
- Desarrollar un sistema que disminuya la aparición de mudas para estabilizar los procesos.
- Controlar los procesos de las líneas mediante documentación para asegurar su cumplimiento.

Justificación

El objetivo principal de toda organización consiste en maximizar sus ganancias para asegurar su posicionamiento en el mercado. Dentro de las estrategias que adoptan las empresas para ayudar a incrementar sus utilidades, estandarizar los procesos y mejorar la eficiencia aparece el rediseño de los procesos, el cual ha adquirido mayor importancia dentro de las compañías a través de los años.

La mayoría de los mercados industriales tienen un proceso de fabricación central que presenta un nivel significativo de variación que, a su vez, se manifiesta hasta cierto punto en las tres dimensiones del resultado del proceso: cantidad, calidad y oportunidad. A menudo, esta variación se maneja a través de la intervención de la administración cuando el grado de variación ha agravado el problema y suele racionalizarse de varias maneras, por ejemplo, cuando se admite que es inherente al proceso.

Los proyectos de mejora bien definidos pueden tener algún impacto en la variación, pero a menudo sus resultados son limitados. Sin embargo, el Sistema de Operaciones Estables prescribe una forma de ejecutar y administrar una instalación de fabricación que se basa en crear y mantener un alto grado de estabilidad operativa (proceso). Tiene trabajo estándar como principio subyacente y luego identifica la variación sistémica en tiempo real como una desviación. Este sistema prevé una modificación planificada, sistemática y gradual de todos los elementos del sistema existente.

En Cargill, surge la necesidad de gestionar sus procesos en la planta de producción de la manera más efectiva posible con el propósito de eliminar aquellas actividades que no agregan valor y lograr la estabilidad. De acuerdo con estudios para el mejoramiento de procesos con enfoque en

el rediseño y con los diferentes modelos que fueron empleados, se obtuvo como resultado cambios positivos en el negocio en cuanto a la reducción de costos y de tiempos de ciclo, aumento de la eficiencia y mejoras en la productividad; con ello, fue posible orientar los procesos a la mejora continua.

En el proyecto se considera la premisa que la mayoría de los problemas se asocian con los procesos y es importante entender cómo diseñar, gestionar y mejorarlos. El rediseño busca aumentar la eficiencia al detectar las posibles debilidades y convertirlas en fortalezas haciendo uso de las mejores prácticas. De manera que, para realizar el cambio, se requiere entender cómo funcionan los procesos, qué los impacta positiva o negativamente, crear una línea de base y partir hacia la estabilidad al disminuir la variabilidad en los procesos y crear estándares para mejorar las operaciones y facilitar la toma de decisiones.

Antecedentes

Dentro de los antecedentes, se describen varios estudios relacionados con el tema en cuestión y se presenta un resumen de la metodología de evaluación y la resolución de los problemas detectados.

Los autores (Escaida, Jara, & Letzcus, 2016), en su artículo titulado “Mejora de procesos productivos mediante *Lean Manufacturing*” publicado en la revista Trilogía UTEM; utilizaron una metodología basada en investigación cualitativa, de campo y descriptiva que detalla los sucesos y componentes principales de los procesos de una empresa de manufactura. Esta constó de cinco etapas: constitución del panel de expertos, conocer las necesidades del cliente, identificar el flujo de valor, identificación de las mudas de producción y generación de una propuesta de mejora; etapas dentro de las cuales se utilizaron diferentes herramientas de Ingeniería Industrial.

De acuerdo con el equipo investigador, se evidencia que las características del crecimiento de la planta de fabricación de bases y colchones son dispersas e inorgánicas, lo cual generó problemas relacionados con la eficiencia. Con base en la metodología *Lean Manufacturing*, fue posible evidenciar cuatro problemas principales y sus causas: excesivo transporte de materias primas y semielaborados por grúas horquilla, alto porcentaje de productos semielaborados por taller, tiempos de espera que afectan el flujo constante de trabajo y sobrestock de productos semielaborados; esto con el fin de eliminar las malas prácticas que generan desperdicios en la producción.

La investigación nombrada “Metodología para elaborar un plan de mejora continua” publicada en la revista 3C Empresa y realizada por (Proaño, Gisbert, & Pérez, 2017); consistía en el análisis de las áreas por mejorar, al definir los problemas por solucionar y, en función de estos, estructurar un plan de acción que esté formado por objetivos, actividades, responsables e indicadores de gestión que permitan evaluar constantemente. Para que el proceso sea alcanzable en un periodo determinado, el plan de mejora deberá seguir los siguientes pasos: análisis de las causas que provocan el problema, propuesta y planificación del plan, implementación y seguimiento y, finalmente, evaluación.

Según los autores, se concluye que el plan de mejora continua es una herramienta muy útil para las empresas que desean mejorar sus servicios, productos o procesos, lo que les va a permitir permanecer en el mercado, crecer y ser competitivos. Su aplicación es muy útil y fácil e involucra a todos los niveles de la organización dependiendo del área o proceso a mejorar. Para tener éxito en su aplicación se debe definir de manera exacta el área por mejorar, establecer claramente los problemas por solucionar, y en función de estos estructurar el plan de acción por seguir para evaluar el proceso de mejora.

Los investigadores (Fontalvo, de la Hoz, & Morelos, 2017) desarrollaron un estudio titulado “La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional” publicado en la revista Dimensión Empresarial. Para el desarrollo de este trabajo se realizó un análisis racional, de tal forma que se estudiaron cómo los factores de la productividad inciden en el mejoramiento de la gestión en las organizaciones, con lo cual se pudo estructurar, definir, analizar y proponer los factores de la productividad que inciden en la gestión de las organizaciones.

Por consiguiente, los autores concluyen que, mediante el indicador de productividad, se puede tener conocimiento acerca de los recursos que se están consumiendo para alcanzar los objetivos empresariales. Con la tecnología se agilizan los procesos y disminuye los tiempos de las actividades haciendo que se produzca más rápidamente; además, es importante tener en cuenta que existe una relación estrecha entre costos, calidad y productividad siendo la calidad quien determina positivamente a los otros dos, pues mediante un adecuado sistema de gestión de calidad se pueden lograr altos niveles de productividad y decrecimiento de los costos.

En la investigación “Los manuales de procedimientos como herramientas de control interno de una organización” publicada en la Revista Universidad y Sociedad, llevada a cabo por (Vivanco, 2017); se utilizó una metodología que consistía en identificar los procedimientos que se realizaban en un área determinada de una empresa con el fin de especificar y detallar un proceso, el cual se conforma de un conjunto ordenado de operaciones o actividades determinadas secuencialmente y que tienen relación con los responsables de la ejecución, quienes deben cumplir políticas y normas establecidas al señalar la duración y el flujo de documentos.

En la investigación, la ingeniera concluye que un sistema de Control Interno es fundamental para las entidades ya que este integra normas y procedimientos para el flujo de toda la información. Los manuales de procedimiento son la mejor herramienta, idónea para plasmar el proceso de actividades específicas dentro de una organización en las cuales se especifican políticas, aspectos legales, procedimientos y controles para realizar actividades de una manera eficaz y eficiente.

Los autores (Malpica, Pérez, Arredondo, & Solís, 2018), en su investigación nombrada “Reducción de desperdicios en el área de empaque” publicada en la Revista Aristas: Investigación Básica y Aplicada; desarrollaron una metodología que consistió en elaborar un diagrama de Ishikawa para identificar las fallas en el área de empaque y se procedió a diseñar una fixtura al utilizar el *Software Solidworks*, con el propósito de colocar adecuadamente las etiquetas en el producto terminado (catéteres) y reducir el desperdicio generado durante los turnos de producción.

Los estudiantes, como resultado, lograron minimizar los costos de *scrap* de las etiquetas en 94.6 %, de tal modo, se eliminan las demoras en la producción del producto y se mejora la entrega al cliente. Se concluye que es completamente factible implementar esta metodología en las demás líneas de producción para lograr una mayor eficiencia y eficacia en el nivel de planta.

Se realizó un estudio llamado “Propuesta de mejoramiento de la eficiencia en los procesos de empaque de cintas y reatas textintas a través del rediseño de planta para Eka Corporación S. A.”, por los autores (Gómez & Henao, 2016); en Colombia. Para el cumplimiento del objetivo principal, el cual reside en diseñar una propuesta de mejoramiento de la eficiencia, se dividió la metodología en cuatro ejes: el diagnóstico del área de empaque y recursos productivos mediante el estudio de métodos y tiempos, el diseño de planta que mejor se ajuste a las variables involucradas en el proceso de empaque, la propuesta del diseño del área de empaque y su validación y, por último, el cálculo del impacto económico al implementar la propuesta.

Los estudiantes concluyen que, al analizar los procesos de cada actividad, se obtiene mayor precisión en los tiempos y finalización de actividades. Con la redistribución de planta se logró disminuir la distancia recorrida en 1% y se incrementó en un 46% la llegada de los arribos a la zona de despacho. Además, hubo disminución entre 51%-68% en los inventarios promedios de productos en proceso. Mediante la unificación de las áreas, se alcanzaron ahorros de hasta 360.000.000 de pesos en el primer año, debido a que disminuyen los reprocesos de los productos por calidad, daño y deterioro por traslados.

Los autores (González & Romero, 2017), en su tesis titulada “Diseño del sistema de producción y operaciones para la línea de embutidos cárnicos en el Grupo Éxito”, desarrollado en Colombia; usaron una metodología basada en herramientas de gestión para identificar y analizar los procesos en la empresa y determinar la capacidad actual de producción. Posteriormente, diseñaron un modelo de programación para mejorar el uso de los recursos disponibles y herramientas que permitan mejorar los procesos y gestionar los recursos.

Los analistas concluyen que se logra cumplir con el objetivo general, el cual corresponde al diseño del sistema de producción y operaciones para el Grupo Éxito en su línea de producción de embutidos cárnicos, al aplicar herramientas de gestión de procesos enfocadas a mejorar la productividad y la calidad del proceso. El diagnóstico de la línea de producción, determinar las capacidades y balanceo de líneas permitieron el desarrollo del sistema de producción y operaciones mediante el uso de herramientas e indicadores que logran cuantificar el buen desempeño.

La estudiante (Gasparin, 2017) desarrolló un reporte al cual nombró “Rediseño de la línea de producción del área de vísceras, en el Rastro TIF 388 de Grupo Gusi S.P.R. de R.L. de C.V.”; en México. En él, utilizó diferentes estudios y herramientas para ayudar a detectar, evaluar y solventar la problemática que presentaba la empresa. Entre los estudios se encuentran: estudio visual, estudio de tiempos, análisis de peligro en el área de vísceras y el rediseño de la línea de empaque en el área de vísceras, además, se consideraron las políticas de inocuidad y herramientas de calidad en el desarrollo del proyecto.

Con los estudios realizados, la autora menciona que se logró identificar la problemática y fallas que se presentaban en el área de vísceras, entre ellas se encuentra la falta de limpieza y mantenimiento de equipo. Se mejoraron los tiempos de trabajo de los operadores y se propuso el

rediseño del área de víscera verde y de empaque, al evitar la acumulación de la materia prima y el riesgo de contaminación de manera directa o indirecta.

La alumna (Achance, 2018) realizó una tesis titulada “Estandarización de procesos en la línea de producción de balanceado de pollos en la empresa Molinos Anita para incrementar la productividad”; esto, en Ecuador. La metodología que se implementa en la investigación es de tipo explicativa y no experimental, a su vez, se utiliza una investigación de campo para la medición de trabajo. Se hace uso de técnicas de investigación, observación directa, medición de trabajo, foro y la revisión bibliográfica. Se aplican estudios y herramientas como: diagramas de flujo, diagrama de procesos, estudio de tiempos, distribución de planta, manuales de procedimientos.

Al finalizar, la autora recalca que es necesario establecer los procedimientos operativos estándares, para que los operarios puedan seguir un método adecuado al realizar sus actividades. La descripción de los procesos mediante diagramas y la medición del trabajo mediante el estudio de tiempos facilitó entender cómo funcionan los procesos; y los tiempos estándares permiten a la empresa “Molinos Anita” establecer sus capacidades de producción, de tal manera que pueda operar con una planificación eficaz, cumpliendo con la satisfacción de los clientes y proveedores.

Las estudiantes (Ceballos & García, 2019), en su estudio “Propuesta de diseño del puesto de trabajo de despresado en el área de empaque en la empresa Agroavícola Sanmarino S. A.”, realizado en Colombia; utilizaron una metodología de investigación de tipo descriptivo y también de carácter exploratorio. El método utilizado fue el de observación directa y estuvo acompañada de entrevistas y discusión con el operario o con su supervisor para la obtención de datos realmente importantes para el análisis. Además, se hizo uso de herramientas como: diagramas de flujo, mapa de procesos, manuales de procesos, distribución de planta.

Siendo así, las investigadoras concluyen que la empresa tiene falencias en el proceso de despresado en el área de empaque, ya que no se encontró un manual de funciones y un diagrama de flujo que explique el funcionamiento de este. También, fue posible identificar la ausencia de un análisis de todo el proceso productivo, sus operaciones y actividades, que permitió tener una claridad sobre el funcionamiento de la organización y así tomar acciones para ser más productivos y eficientes. Además, al documentar los procedimientos y al proponer un diseño de puesto de trabajo, permitió que la empresa se ubicara en una posición estratégica en el mercado, al aumentar sus niveles de productividad en un 5,56%.

Proyecciones

- Aumentar la capacidad de producción al reducir la variabilidad en los procesos.
- Aumentar la eficiencia de los procesos mediante el uso adecuado de los recursos disponibles.
- Establecer un método que sirva de referencia para aplicar la mejora en otras líneas de producción.
- Brindar documentación e indicadores que permitan evaluar el desempeño del proceso para facilitar la toma de decisiones.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se presentan las fuentes primarias con las cuales se sustenta la investigación, de tal modo, se pretende ampliar la descripción del problema e integrar la teoría con el tema en estudio. A continuación, se muestra una breve representación del tipo de industria en la cual opera la empresa y, posteriormente, se introducen los conceptos, modelos y herramientas por utilizar.

Industria alimentaria

El término industrias alimentarias abarca un conjunto de actividades industriales dirigidas al tratamiento, la transformación, la preparación, la conservación y el envasado de productos alimenticios. En general, las materias primas utilizadas son de origen vegetal o animal y se producen en explotaciones agrarias, ganaderas y pesqueras explican (Malagié, Jensen, Graham, & Smith, pág. 2).

De acuerdo con los autores, la industria alimentaria actual ha experimentado un intenso proceso de transformación y comprende desde pequeñas empresas tradicionales de gestión familiar a grandes procesos industriales altamente mecanizados. Por tanto, esta industria ofrece productos nuevos y diferentes para el mercado, mientras que, en otras industrias, puede fabricarse el mismo producto del mismo modo durante decenios.

De ese modo, (Malagié et ál.) indican que, para satisfacer las demandas de la población, no se necesita únicamente una cantidad suficiente de alimentos, sino también un control estricto de la higiene con el fin de lograr la calidad indispensable para mantener la salud de la comunidad. (pág. 2)

A continuación, en la Figura 3, se presenta un resumen de los diferentes tipos de industria alimentaria, así como los materiales elaborados, los respectivos requisitos de almacenamiento, las diferentes técnicas de elaboración, sus técnicas de preservación y los modos de empaquetado del producto terminado.

Figura 3. Tipos de industrias alimentarias

Industria	Materiales elaborados	Requisitos de almacenamiento	Técnicas de elaboración	Técnicas de preservación	Empaquetado de productos terminados
Elaboración y conservación de la carne	Ganado vacuno, ganado ovino, ganado porcino, aves	Cámaras refrigeradas	Sacrificio, trinchado, deshuesado, triturado, cocción	Sazonado, ahumado, refrigeración, ultracongelación, esterilización	A granel o en latas, caja de cartón
Elaboración de pescado	Todo tipo de pescado	Cámaras frigoríficas, a granel en salazón o en barriles	Descabezamiento, evisceración, fileado, cocción	Ultracongelación, secado, ahumado, esterilización	A granel en contenedores refrigerados o en latas
Conservación de frutas y verduras	Frutas y verduras frescas	Elaboración inmediata; las frutas pueden estabilizarse con dióxido de azufre	Escaldado o cocción, triturado, concentración de zumos al vacío	Esterilización, pasteurización, secado, deshidratación, liofilización (secado por congelación)	Sacos, latas o botellas de vidrio o plástico
Elaboración de cereales	Cereales	Fumigación de los cereales almacenados en silos	Trituración, cribado, molienda, rodadura	Cocción de secado u horneado	Silos (transportados neumáticamente), sacos o bolsas enviados a otros procesos, o embalado en cajas para el comercio minorista
Cocción en horno	Harina y otros productos secos, agua, aceites	Silos, sacos de grandes dimensiones y bolsas	Amasado, fermentación, tratamientos de superficie de laminación en el condimento	Cocción en horno, tratamientos de superficie de corte y empaquetado	Empaquetado para establecimientos mayoristas, restaurantes y mercados minoristas
Elaboración de galletas	Harina, nata, mantequilla, azúcar, fruta y condimentos	Silos, sacos de grandes dimensiones y bolsas	Mezcla, amasado, moldeo de estratificado	Cocción en horno, tratamientos de superficie de corte y empaquetado	Bolsas, cajas para establecimientos institucionales y minoristas
Fabricación de la masa	Harina, huevos	Silos	Amasado, molienda, corte, extrusión o moldeo	Secado	Bolsas, paquetes
Elaboración y refinado de azúcar	Remolacha azucarera, caña de azúcar	Silos	Trituración, maceración, concentración al vacío, centrifugado, secado	Cocción al vacío	Bolsas, paquetes
Fabricación de chocolate y repostería	Azúcar de cacao, grasas	Silos, sacos, Cámaras acondicionadas	Tostado, molienda, mezcla, conchado, moldeo	—	Paquetes
Fabricación de cerveza	Cebada, lúpulo	Silos, depósitos, sótanos acondicionados	Molienda del cereal, malteado, braceaje, filtrado con filtro prensa, fermentación	Pasteurización	Botellas, latas, barriles
Destilación y fabricación de otras bebidas	Fruta, cereales, agua carbonatada	Silos, depósitos, cubas	Destilación, mezcla, aireación	Pasteurización	Barriles, botellas, latas
Elaboración de leche y productos lácteos	Leche, azúcar, otros ingredientes	Elaboración inmediata; elaboración posterior en cubas de maduración, cubas acondicionadas, almacén refrigerado	Desnatado, batido (mantequilla), coagulación (queso), maduración	Pasteurización, esterilización o concentración, desecación	Botellas, envueltas de plástico, cajas (queso) o a granel
Elaboración de aceites y grasas	Cacahuetes, aceitunas, dátils, otras frutas y cereales, grasas animales o vegetales	Silos, depósitos, almacenes refrigerados	Molienda, extracción con disolventes o vapor, filtrado con filtro prensa	Pasteurización en caso necesario	Botellas, paquetes, latas

Nota: (Malagié, Jensen, Graham, & Smith, pág. 3).

Las operaciones efectuadas al elaborar alimentos son diversas y quedan definidas únicamente tras el estudio individual de cada industria, por tanto, para efecto de esta investigación, se procede a describir la industria avícola, su importancia y su proceso productivo.

Al continuar con los autores, la expansión del consumo, a su vez, ha fomentado un crecimiento del número de centros productivos y criadores y un gran aumento de los niveles de empleo en la industria avícola en comparación con la producción de carne roja; en la avícola sigue

utilizándose intensivamente la mano de obra. El trabajador medio de la industria avícola está relativamente poco cualificado, su formación es escasa, suele formar parte de grupos minoritarios y su remuneración es muy inferior a la del personal de los sectores de producción de carne roja y manufactureros.

A lo largo del proceso de elaboración de los pollos, deben cumplirse estrictos requisitos sanitarios. En concreto, lavar los suelos periódicamente y con frecuencia y eliminar los desechos, las partes sobrantes y la grasa. Asimismo, los equipos de transporte y elaboración han de ser accesibles, lavados e higienizados. (Malagié et ál., pág. 20)

Por tanto, es de suma importancia que se ejecute el proceso de producción con las debidas atenciones en cuanto a seguridad, limpieza e inocuidad, factores que afectan directamente la calidad del producto y al consumidor final y, también, al personal que labora dentro de la planta en cuanto a temas de riesgos que se puedan presentar, debido a que si se incumplen estos requisitos sanitarios el producto podría presentar algún tipo de contaminación cruzada y causar daños a la salud, mencionan (Malagié et ál., pág. 20).

A continuación, se describe el proceso productivo habitual en este tipo de industria, según lo expresan los autores.

1. Recepción y colgado en vivo. El primer paso del proceso de elaboración consiste en la descarga de los módulos y colocación de las bandejas en un sistema de transporte que conduce al área de colgado en vivo. El trabajo en esta fase se lleva a cabo casi en completa oscuridad, puesto que esta medida tiene un efecto tranquilizador para las aves. Un colgador, enguantado, debe agarrar el ave por ambos muslos y colgarlo de las patas en las argollas de una cinta transportadora elevada que se desplaza en la dirección opuesta. Una vez colgadas de las argollas, las aves son transportadas para su aturdimiento inicial con electricidad.
2. Preparación. A continuación, la cinta transportadora de aves pasa a través de una serie de cubas o depósitos de agua caliente circulante. Se denominan escaldaderas. El agua suele calentarse mediante serpentines de vapor y tratarse o clorarse para destruir las bacterias. Con ello se consigue una rápida eliminación de las plumas. Cuando las aves salen de estos depósitos, el cuerpo se pasa a través de un dispositivo en forma de U que lo decapita.

Estas piezas suelen transportarse en cubas de agua a un área de clasificación (o de tratamiento de subproductos). La línea con el cuerpo de las aves pasa a través de máquinas dotadas de varios tambores rotatorios con una especie de dedos de caucho que retiran las plumas. Estas caen en un canal inferior con agua en circulación que se dirige al área de clasificación. La homogeneidad en el peso de las aves es fundamental en todos los aspectos del proceso de elaboración.

Una vez superadas las desplumadoras, la línea de aves pasa a través de una chamuscadora. Se trata de un dispositivo de gas con tres quemadores a cada lado, utilizado para quemar los pelos y las plumas más pequeñas de las aves. Posteriormente, las aves se someten a la acción de una máquina que les corta las patas. Las aves deben volverse a colgar de otras argollas antes de entrar en la sección de extracción de vísceras de la fábrica.

3. Extracción de vísceras. Cuando el transportador de aves sale del área de elaboración y accede a otra parte del proceso físicamente separada, éstas suelen pasar por otra chamuscadora y a través de una cuchilla circular rotativa se extrae la bolsa o glándula de aceite que presenta cada ave en su parte posterior en la base de la cola. A continuación, la cinta transportadora pasa a través de un dispositivo automático que oprime ligeramente el abdomen hacia arriba mientras que una cuchilla abre el cuerpo del animal. En la siguiente máquina se penetra en la cavidad y se extraen las vísceras inalteradas para su inspección.

Después de las inspecciones, las vísceras se clasifican según pasan a través de un recogedor de hígados, corazones y demás despojos. Los intestinos, estómagos, bazos, riñones y vesículas biliares se descartan y se arrojan a un canal de salida inferior. Los corazones y los hígados se separan y se colocan en otras cintas transportadoras de clasificación o se llevan a un área de elaboración independiente para ser envasadas a granel manualmente o recombinadas. Una vez que el cuerpo pasa el recogedor, la cavidad del buche se comprueba a mano para extraer las mollejas y las vísceras restantes si es necesario.

Por último, el cuello es eliminado por un dispositivo al efecto y recogido. Las aves pasan por un dispositivo específico de lavado que utiliza agua pulverizada y clorada para lavar las vísceras restantes dentro y fuera del cuerpo del animal.

4. Refrigeración. Tras superar la fase de extracción de vísceras, las cintas transportadoras acaban en grandes depósitos horizontales y abiertos de refrigeración. Tales depósitos constan de paletas que giran lentamente, haciendo descender la temperatura corporal del ave. El agua refrigerada presenta una gran concentración de cloro (20 ppm o más) y se ventila por agitación. El tiempo de permanencia del ave en el depósito puede llegar a una hora. El objetivo principal del paso por el depósito de refrigeración es enfriar el ave con rapidez para evitar su deterioro.

Al salir del depósito refrigerador, los cuerpos se depositan en una cinta transportadora o en una mesa vibratoria. Unos trabajadores especialmente capacitados, denominados clasificadores, inspeccionan las aves para detectar magulladuras, fracturas de la piel, etc., y vuelven a colgarlas en líneas de argollas separadas en movimiento delante de ellos.

5. Trinchado. Del área de clasificación, las aves pasan colgadas a diversos procesos, máquinas y líneas de producción en una zona de la fábrica denominada de elaboración secundaria o posterior. Algunas máquinas son alimentadas manualmente con operaciones en las que se deben utilizar las dos manos.
6. Deshuesado. Si el cuerpo se destina al deshuesado, se deposita en grandes cubas de aluminio o en cajas de cartón situadas en paletas. Una vez preparados, los cuerpos de las aves en los que solo queda la carne de la pechuga se vierten en una tolva que va a parar a un transportador. Los trabajadores de esta sección de la cadena de producción deben manipular cada cuerpo de ave y sujetarlos contra dos rodillos desolladores horizontales texturados.

El cuerpo pasa a través de los dos rodillos y la piel es retirada y arrojada a un transportador inferior. La fase siguiente es llevada a cabo por trabajadores denominados marcadores, estos, sostienen el cuerpo del ave en una mano y realizan un corte a lo largo de la quilla (o esternón) con la otra.

La tercera fase corre a cargo de los extractores de quillas. Su tarea puede efectuarse a mano o con un dispositivo en forma de “Y” (realizado con una estructura de barras de acero inoxidable) en el que el trabajador sitúa el cuerpo del ave y tira de éste hacia sí. La cuarta fase consiste en el cortado en filetes. Los trabajadores recogen la carne de pechuga transportada en bandejas de transmisión por la cinta transportadora y,

posteriormente, es recogida por el siguiente grupo de trabajadores, denominados recortadores.

Son ellos los que eliminan de la carne la grasa, la piel y los huesos sobrantes al utilizar unas tijeras afiladas y ajustadas. Una vez arreglado, el producto terminado se envasa en una bandeja a mano o se guarda en bolsas a granel y se coloca en cajas de cartón para su uso en restauración.

7. Empaquetado y refrigeración. Una vez que el producto se ha situado en bandejas trinchado o deshuesado, estas se trasladan a otra fase del proceso denominada empaquetado. A continuación, la bandeja pasa por un dispositivo de lavado, donde se recoge y se coloca en una cesta. La que contiene un determinado tipo de producto se sitúa en un transportador que la traslada al área de refrigeración. Allí, las bandejas son clasificadas y apiladas de modo manual o automático.

Cuando se solicita una combinación de producto específica, estas se pesan y se marcan con etiquetas en las que figuran el peso y los códigos de seguimiento. Las bandejas se embalan manualmente en cajas de cartón o de otros materiales, en ocasiones, forradas con cubiertas impermeables. A medida que las cajas de cartón con los paquetes se depositan en las cintas transportadoras, los envoltorios pueden sellarse con calor mientras se inyecta CO₂. Tales operaciones, unidas a una refrigeración continua, prolonga la vida útil de almacenamiento del producto.

8. Deshuesado de muslos y pollo triturado. En la industria avícola moderna, no se desperdicia ninguna parte del pollo. Sus muslos se empaquetan a granel, se almacenan congelados o casi congelados y se elaboran o deshuesan, con tijeras u otros instrumentos de mano accionados por aire comprimido. Al igual que en la operación de deshuesado de pechugas, los trabajadores dedicados a esta tarea deben eliminar el exceso de grasa y la piel con tijeras. Una vez refrigerada, la elaboración de la carne de los muslos puede continuar mediante el añadido de sazónadores y la trituración bajo una capa de CO₂.
9. Elaboración de platos preparados. Los cuellos, los cuartos traseros y el resto de los cuerpos resultantes del deshuesado de las pechugas no se desperdician y se depositan en grandes trituradores o mezcladores de paletas, transportados a través de mezcladores refrigerados y arrojados en recipientes de gran capacidad. El producto suele venderse o

enviarse a otras fases de elaboración para obtener las denominadas “salchichas de pollo”.

De tal modo, el desarrollo reciente de alimentos preparados, que requieren una escasa elaboración en el hogar, ha dado lugar a la generación de productos de gran valor añadido en la industria avícola. (Malagié et ál., págs. 21-26)

Sistema HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*)

En cuanto a la normativa relacionada con los alimentos, (Envira, 2018) menciona que “desde 2005 la ISO 22000 es el estándar para la seguridad alimentaria y está basada en las directrices de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) conforme al Codex Alimentarius y los principios de gestión ISO 9001. La ISO 22000 es un estándar aceptado en todo el mundo y constituye la base de un certificado de seguridad alimentaria”.

Con ello, (Envira, 2018) explica que

El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, también conocido como sistema HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*), es un sistema de inocuidad alimentaria basado en la identificación de todos los peligros potenciales en los ingredientes y los distintos procesos de producción de los alimentos.

El objetivo consiste en tomar las medidas necesarias para prevenir posibles riesgos de contaminación en cualquier etapa del proceso productivo y garantizar de tal forma la inocuidad alimentaria.

El autor también indica que “HACCP es un sistema que aborda la seguridad alimentaria desde un punto de vista global, ya que identifica, analiza y controla los peligros físicos, químicos y biológicos de las materias primas, las distintas etapas del proceso de elaboración y la distribución del producto”. Este sistema fue diseñado con el fin de ser implementado en cualquier área de la industria de alimentos y también contribuye a un uso más eficaz de los recursos con respecto a la implantación de medidas de seguridad alimentaria.

Para implementar un plan HACCP, (Envira, 2018) describe que se pueden establecer dos fases. La primera fase consiste en:

1. Formación del equipo HACCP con un grupo multidisciplinar liderado por un jefe de equipo que sea especialista en el sistema de productos, así como expertos que conozcan peligros y riesgos.
2. Descripción del producto (composición, estructura, condiciones de tratamiento, envasado, almacenamiento, distribución, caducidad e instrucciones de uso).
3. Identificación de su uso esperado, es decir, hay determinar la utilización a la que debe destinarse el producto por parte del consumidor final.
4. Descripción del proceso y diseño del diagrama de flujo en el que se establezca el estudio HACCP.
5. Confirmación del diagrama de flujo de todas las etapas y corrección en caso de que fuera necesario.

Y la segunda fase, coincide con los 7 principios del HACCP:

1. Principio 1. Relacionar cada uno de los peligros potenciales asociados a cada etapa del proceso hasta su consumo final. Analizar dichos peligros y determinar qué acciones se pueden llevar a cabo para control, reducción o eliminación.
2. Principio 2. Determinar los Puntos Críticos de Control (PPC).
3. Principio 3. Establecer los límites críticos para cada PPC. Puede darse la casualidad de que se establezca más de un límite crítico para una determinada fase.
4. Principio 4. Establecer un sistema de vigilancia para cada PPC. La información obtenida debe ser evaluada por una persona cualificada para la aplicación de medidas correctivas.
5. Principio 5. Establecer medidas correctivas para los desvíos que se produzcan. Estas acciones deben asegurar que el PPC está bajo control.
6. Principio 6. Establecer los procesos de verificación para comprobar que el sistema está trabajando correctamente.
7. Principio 7: Establecer registro y documentación apropiados.

Rediseño de procesos

En su investigación de grado, (Santis, 2017) al citar a (Barros, 2004), expresa que una vez que una empresa define un cierto modelo de negocio, los procesos de ella deben diseñarse para ejecutar tal modelo de negocio de la mejor manera posible. Sin embargo, en la mayoría de los casos, hay procesos existentes que deben ser rediseñados para cumplir con el objetivo anterior. Por

tal motivo, los procesos de negocios de una organización existen para que ella cumpla su fin: generar productos y servicios para clientes internos o externos.

De acuerdo con el mismo autor, se menciona que:

Los procesos existen en las empresas, pero su funcionamiento ha sido fruto de la historia y la experiencia. Dada la naturaleza burocrático-funcional de las organizaciones, ha habido cambios y mejoras puntuales en ellos, pero rara vez sistémicos y orientados al cumplimiento de los objetivos globales de los mismos, por lo que son –en general– extremadamente ineficientes. Esto ha conducido a la necesidad de enfrentar su rediseño. El rediseño de procesos existentes consiste en tomar las actividades de un proceso en su totalidad y someterlas a un cambio fundamental.

En consecuencia, retomando el concepto de rediseño de procesos y, conjuntamente, el enfoque de proceso; se generan incrementos de beneficios muy significativos, entre ellos se puede mencionar la reducción de costos y la mejora en el manejo del personal. Además, el enfoque de proceso dirige a la necesidad de contar con metodologías y herramientas para realizar el diseño o rediseño. En el rediseño se establecen los cambios que deberían efectuarse en la situación actual y se detalla cómo se ejecutarán los nuevos procesos, deben confeccionarse procedimientos o libretos que establezcan con precisión la actuación de ellas. (Santis, 2017)

Sistema de Excelencia de Manufactura de Cargill (CMES)

El Sistema de Excelencia de Manufactura de Cargill es la integración de comportamientos fundamentales y procesos probados que capacitan a los equipos para lograr resultados excepcionales. El sistema guía las decisiones y acciones directamente hacia los objetivos compartidos de seguridad, sustentabilidad, productividad, confiabilidad y mejora continua. (Cargill, 2020)

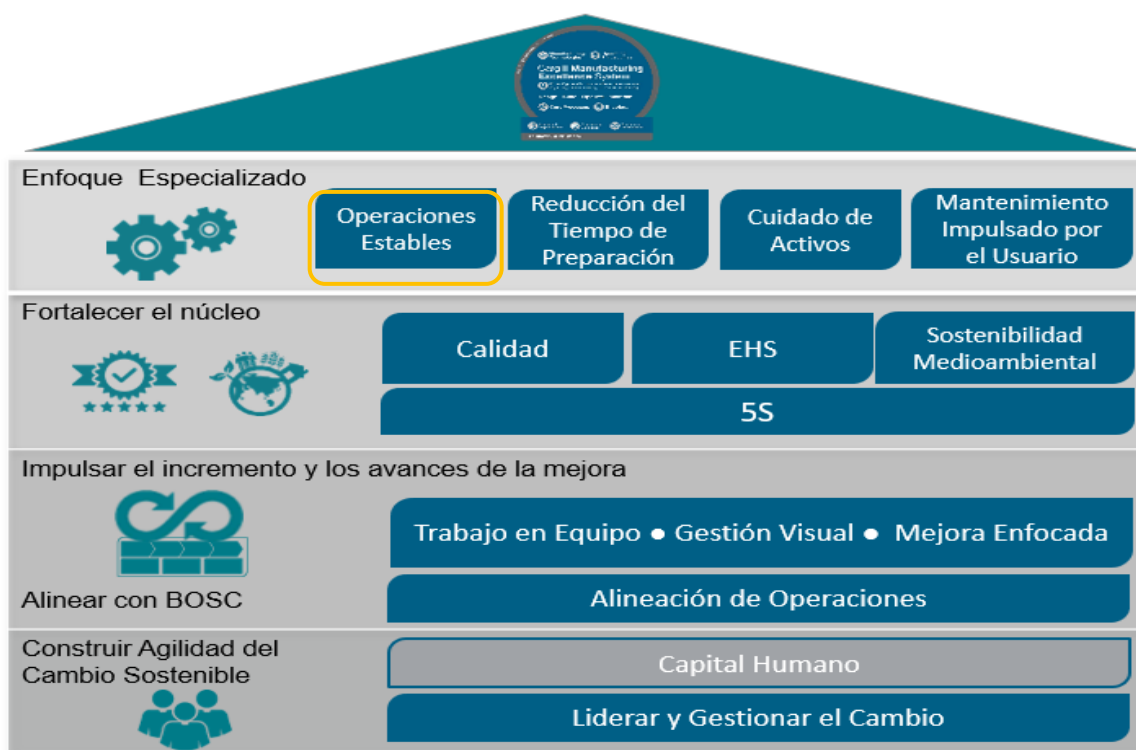
El enfoque sistemático para administrar el trabajo es *Cargill Manufacturing Excellence System*, a veces denominado CMES. En Operaciones de Planta creemos que los incidentes se pueden prevenir y el logro de la excelencia es posible, y contamos con políticas, procesos, estándares, facilitadores y expectativas de comportamiento que nos permiten alcanzar estos objetivos. Cargill opera en paralelo con la plataforma virtual TRACC, la cual es considerada como el habilitador de CMES y es un conjunto integrado de mejores prácticas que busca alcanzar un viaje estandarizado basado en la madurez, expresa (Cargill, 2020).

Continuando con el autor, este describe que:

El CMES es un medio integral y probado para la administración sistemática de nuestro capital, confiabilidad y esfuerzos de excelencia en la producción. Los procesos integrados en nuestro sistema nos permiten identificar y administrar los riesgos operativos mientras mejoramos continuamente el desempeño de nuestras operaciones”. El sistema es un impulsor fundamental del éxito de Cargill porque integra las mejores prácticas, define claramente las expectativas mínimas, permite desarrollar capacidades sólidas y brinda un enfoque estructurado para la mejora.

Los negocios e instalaciones de Cargill son complejos y diferentes. Esta complejidad los llevó a crear un sistema más flexible, pero integrado, construido alrededor del ciclo de vida de los activos. El sitio existente con una necesidad de mejorar la producción comenzaría con operar y mantener partes del sistema y podría usar un proceso como Operaciones Estables para mejorar su desempeño.

Figura 4. Sistema de Excelencia de Manufactura de Cargill (CMES)



Nota: (Cargill, 2020).

Operaciones Estables (SO)

De acuerdo con el portal (TRACC, 2018), Operaciones Estables o *Stable Ops (SO)* es un sistema operativo basado en crear y mantener un alto grado de operatividad y estabilidad como un medio para mejorar continuamente la utilización de activos. La utilización de activos equivale a la capacidad de la planta. Hacer el trabajo de los activos de manera más consistente siempre conducirá a la productividad de alguna forma.

¿Por qué Operaciones estables?

1. Capaz de cumplir con los planes de crecimiento futuros
2. Mejorar la eficiencia y eficacia de la organización actual
3. Mejor posición competitiva
4. Incrementar la seguridad
5. Creatividad antes que capital. (TRACC, 2018)

Al continuar con el mismo autor, seguidamente se presentan los 10 pasos del proceso de implementación de Operaciones Estables:

Figura 5. Pasos de implementación de Operaciones Estables



Nota: (TRACC, 2018).

Paso 1: Defina el problema

Definir la necesidad empresarial. No racionalice la variación del proceso, asegúrese de que sea todo capturado en la métrica.

1. Comprender el problema empresarial
2. Mapa del proceso empresarial
3. Diseñe las métricas del proyecto

Paso 2: Crear la línea de base

Establecer el nivel actual de desempeño. Hay parámetros que caracterizan la base: Q1, Q3: la capacidad y SF: la variación/estabilidad. Necesita monitorear ambas cantidades. Acepte la línea de base por lo que es, no dedicar algún tiempo a tratar de manipular la línea de base de medición. Concéntrese en mejorar la realidad.

1. Seleccionar proceso por lotes o continuo
2. Validar los datos de referencia
3. Determine la capacidad del proceso de referencia

Paso 3: Cuantificar la oportunidad

Establecer los objetivos y el impacto comercial. Habrá ciclos adicionales de mejora para aumentar Q3 aún más. No limite la oportunidad con una evaluación. Las consolidaciones de líneas pueden reducir costos o crear la capacidad de producir nuevos productos.

1. Analizar el factor de planificación
2. Establecer los objetivos de Q3 y SF
3. Determine el impacto empresarial

Paso 4: Configurar el sistema SO

Instalación de estándares operativos en proceso. Es poco probable que todos los elementos necesarios existan hoy. Para muchos miembros del equipo, esto será un cambio en la filosofía de la planta. Esté preparado para asociarse con su equipo de liderazgo para liderar este cambio. ¿Qué acciones/comportamientos ya no serán aceptables?

1. Definir operación "normal"
2. Establecer las condiciones estándar
3. Configurar procedimientos de trabajo estándar

Paso 5: Medir la variación en tiempo real

Medición de la variación en tiempo real. Mediremos las desviaciones: un evento que resulta en un desvío del proceso del estándar establecido. Si la frecuencia de las desviaciones es demasiado alta, los estándares probablemente no sean correctos o el estándar no sea conocido. “Ve lento para ir más rápido”.

1. Identificación de desviaciones
2. Contención y seguimiento de desviaciones
3. Configuración del diálogo de rendimiento

Paso 6: Remediar DENTS (desviaciones)

Causa raíz: acción correctiva para eliminar DENTS. Para realizar una mejora sostenible, tendrá que solucionar las causas raíz, en lugar de solo los síntomas. Si una acción correctiva no resuelve el problema, descubra por qué el análisis fue defectuoso. No todas las desviaciones se pueden eliminar, por lo que la reducción y la gestión del impacto pueden ser una buena alternativa.

1. Acciones de remediación de desviaciones
2. Priorización del impacto de desviaciones
3. Proceso de escalada de desviaciones

Paso 7: Mejorar los estándares

Mayor capacidad de Q3: estándares más desafiantes. Dé pequeños pasos con Q3: es un proceso y un 2% de aumento cada mes sigue siendo una significativa mejora. Deje tiempo suficiente para restaurar y medir estabilidad antes del próximo aumento. Espere que los cuellos de botella cambien a medida que aumenta Q3.

1. Implementar planes de control de estabilidad
2. Identificar oportunidades de mejora de Q3
3. Determinar nuevos estándares

Paso 8: Gestionar la capacidad de producción

Convertir capacidad en impacto empresarial. Sin ventas adicionales, la planta debe encontrar otras formas de monetizar operaciones estables (por ejemplo, tiempo de inactividad). Esto requiere un cambio de mentalidad.

1. Administrar el tiempo de inactividad
2. Gestionar Q3
3. Gestionar activos de producción

Paso 9: Calcular el efecto estela

Cuáles son los beneficios secundarios de las Operaciones Estables (por ejemplo: reducción de horas extras). Configure sus métricas al principio de la implementación, solo se puede mejorar lo que se mide. Informar y comunicar el progreso.

1. Determine las cantidades de efecto estela
2. Seguimiento e informe de mejoras
3. Calcule los beneficios económicos

Paso 10: Auditar el sistema operativo de Operaciones estables

“Hacer de Operaciones estables la forma en que trabajamos”. Haga de esto una parte de su operación diaria normal rutinaria. Los pasos 6, 7, 8 se repetirán indefinidamente como su ciclo de mejora continua. Si no hemos marcado la diferencia en nuestra forma de trabajar, realmente no hemos cambiado nada.

1. Auditar el rendimiento de la producción
2. Seguimiento y análisis de desviaciones residuales
3. Supervisar la ejecución de Operaciones Estables

De tal manera, (TRACC, 2018) menciona que para el proceso de implementación de Operaciones estables (SO) es importante:

1. Cree una lista de puntos de ajuste y variables no controladas seleccionadas. Incluya todas las variables que afectan la calidad del producto y todas las variables que tienen una función de alarma prioritaria.
2. Para cada grado producido, tabule las condiciones estándar de ambos grupos y los límites de acción para el grupo no controlado.
3. Cree un plan de control que describa la acción requerida para los puntos de ajuste del objetivo y las variables fuera de los límites de acción.
4. Cree una lista de parámetros que deben mantenerse constantes, pero para los que (hoy) no hay medición. Esta lista debe incluir corrientes sin una medición y configuraciones y ajustes (del equipo) sin una escala.
5. Cree una lista de todos los SOP relevantes para SO.

6. Asegúrese de que estos SOP sean revisados y mejorados por operadores/ingenieros expertos y que se creen nuevos cuando sea necesario.
7. Evaluar y planificar las mejoras necesarias para los otros elementos del COA.
8. Cuando sea necesario, ejecute una sesión con los operadores para determinar qué guías de resolución de problemas deben crearse para problemas de SO recurrentes. Cree estas guías según sea necesario.

Puede haber muchas razones por las que se implementan los procedimientos operativos estándar: seguridad, cumplimiento ambiental, costo, calidad, pruebas de productos, etc. En todos los casos, deberían ser más que simples pautas y sugerencias. Están diseñados para facilitar una manera uniforme de trabajar y para ello deben ser prescriptivos. Su eficacia debe medirse con los resultados deseados de uniformidad y conformidad. (TRACC, 2018)

En efecto, debe haber capacitación sobre estos procedimientos y un programa de observación de trabajo periódica y aleatoria para verificar el cumplimiento. Se fomentan los cambios (mejoras) en los procedimientos de estándares, pero el equipo debe probarlos primero de forma controlada para determinar el nivel de mejora. Los procedimientos se actualizarán, se comunicarán, se impartirá capacitación cuando sea necesario y luego se implementarán los nuevos procedimientos. Así, (TRACC, 2018) recuerda que los procedimientos suelen ser sencillos y muy orientados a la acción, ya que son las herramientas de trabajo.

Importancia de configurar el Sistema de Operaciones estables

“La estabilidad es una ejecución repetitiva de un proceso; con el mismo conjunto de resultados” describe (TRACC, 2018). Para lograr esta consistencia de operación, defina los estándares operativos que han demostrado producir las características de salida deseadas.

Trabajo estándar

Al continuar con el mismo autor, con trabajo estándar se crea una línea de base. Con ello, podemos analizar mejor los datos desde una forma básica/estándar de hacer las cosas, hasta determinar mejores formas de hacer las cosas. A continuación, se describe el concepto de línea de base.

Crear la línea de base

El objetivo de crear la línea base es establecer el nivel actual de desempeño. Existen 3 parámetros que caracterizan el punto de partida: Q3 (la capacidad) Q1 y SF (factor de estabilidad).

Este paso tiene 3 entregables:

1. Seleccionar la variante adecuada de Operaciones estables. La variante por defecto es un proceso continuo. Esta es usada cuando la salida del proceso es un flujo continuo que puede ser medido en unidades/día donde las unidades pueden ser masa, volumen o unidades.
2. Definir y validar los datos de referencia de la línea base. Hay tres criterios que se deben cumplir para poder usar la data como línea base: el periodo de la línea base debe ser representativo de la operación actual, no hay una tendencia negativa o positiva de los datos y, la exactitud y consistencia de los datos es adecuada. El periodo de la línea base debe ser representativo de la operación actual, mínimo 3 meses, sin embargo, el deseado es de 9 a 12 meses.
3. Determinar la línea base de la capacidad del proceso actual. La capacidad del proceso es una medida del desempeño del proceso. Esta expresa la capacidad del proceso de cumplir una meta de manera exacta y confiable. Aunque el modelo estadístico ordinario suele utilizar el promedio, desviación estándar y límites de especificación, en operaciones estables se utiliza Q1, Q3 y factor de estabilidad para cada línea de producción, y se representa gráficamente mediante una línea de tiempo. Donde, estadísticamente:

Q1: cuartil 1 o percentil 25

Q3: cuartil 3 o percentil 75

Factor de estabilidad: relación aritmética entre Q y Q3. Es decir, $SF=Q1/Q3$.

Figura 6. Ejemplo de cálculo de línea base

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared 2,21
P-Value <0,005

Mean 443,04
StDev 131,00
Variance 17159,71
Skewness -0,518843
Kurtosis -0,329653
N 248

Minimum 80,00
1st Quartile 368,72
Median 461,10
3rd Quartile 543,13
Maximum 721,70

95% Confidence Interval for Mean

426,65 459,42

95% Confidence Interval for Median

444,33 476,56

95% Confidence Interval for StDev

120,39 143,66

Q1

368,72

Q3

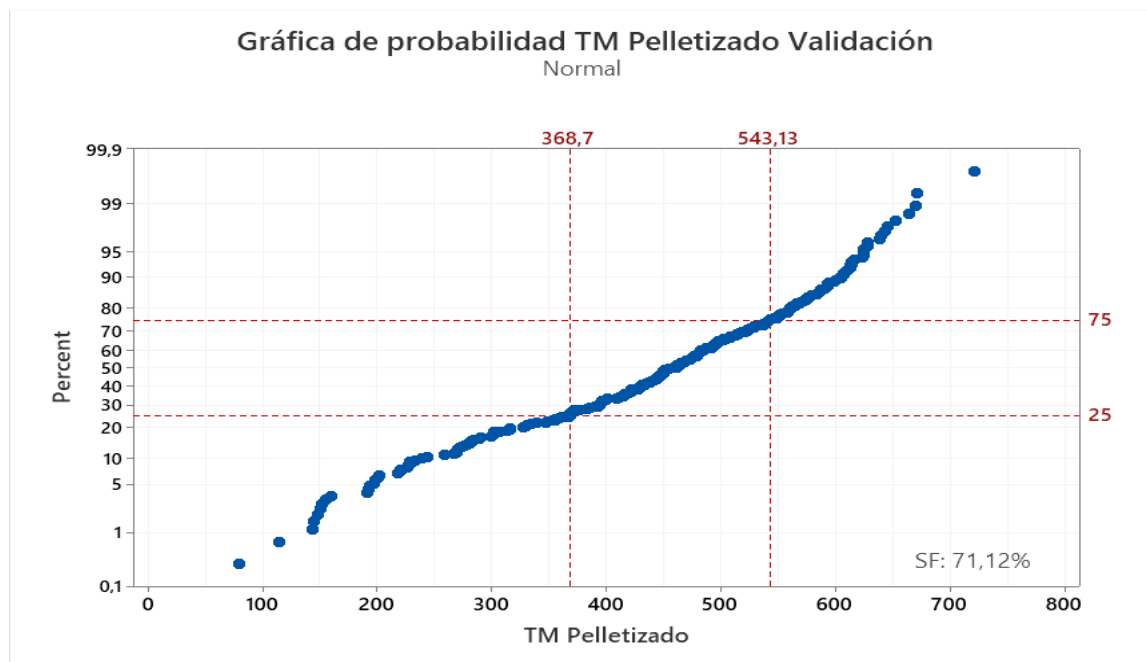
543,13

Factor de estabilidad

71,12%

Nota: (TRACC, 2018).

Figura 7. Gráfica de probabilidad línea base



Nota: (TRACC, 2018).

Cuantificar la oportunidad

Una vez que la línea base ha sido creada y extraída y se ha desplegado en un gráfico de línea de tiempo, el valor real de variación es ahora aparente y ofrece una primera mirada al tamaño de la oportunidad.

Este paso tiene 3 entregables:

1. Analizar el factor de planificación. El Factor de Planificación es el factor de estabilidad máximo teórico que podemos lograr con una ejecución impecable del programa. Un factor de planificación (PF) ayuda a contar la historia de los "otros factores" que afectan nuestra capacidad de producir una cantidad constante de producto por día o no cumplir con la capacidad de nuestra planta.

¿Cómo podemos probar la hipótesis?

- a. Seleccione un periodo de tiempo de la línea base (1 mes como mínimo)
- b. Calcule el factor de estabilidad para ese periodo ($SF = Q1/Q3$)
- c. Haga una lista de todas las producciones en orden de secuencia
- d. Defina todos los estándares como tasas promedio de producción, tiempos de cambio, tiempo de los mantenimientos programados
- e. Calcule las salidas diarias al asumir que todos los estándares se cumplen
- f. Calcule el factor de estabilidad con estos valores diarios y llámelo Factor de planificación.

El factor de planificación que fue calculado es en realidad el máximo factor de estabilidad que se puede obtener en la práctica. Si el factor de planificación es igual al factor de estabilidad, se debe empezar con planeación e investigar porque no se puede producir, con una secuencia de producción más estable. La misma lógica aplica cuando el factor de estabilidad es menor al factor de planeación.

¿Cuándo debo calcular un factor de planificación?

En plantas sin cambios de producto, tiempo de inactividad programado que impacta <25% de los días en un período de 30 días no se requiere que se calcule el Factor de Planificación mensualmente, a menos que haya un cambio de proceso o de mezcla de productos.

En plantas con variabilidad en los cambios, tiempo de inactividad programado que impacta > 25% de los días en un período de 30 días, el Factor de Planificación debe calcularse cada mes para compararlo con el Factor de Estabilidad a menos que la planta pueda probar que el PF no varía mes a mes. Luego, el PF puede verificarse con menos frecuencia a menos que haya un cambio en el proceso o en la mezcla de productos.

2. Establecer los objetivos Q3 y SF. ¿Qué es un incremento realista en las tasas de producción? Mientras que en la teoría es posible incrementar el factor de estabilidad independientemente del valor de Q3, en la realidad esto es algo difícil de lograr. Un criterio aceptable es que el Q1 aumentará significativamente más rápido que Q3, en otras palabras, siempre habrá un aumento del factor de estabilidad, la meta es llevarlo a 90%.
3. Determinar el impacto empresarial. Las metas de Proyecto ya han sido seteadas en términos de Q3 y SF. Estas dos cantidades no necesariamente se convierten en un impacto para el negocio, ellas facilitan otras mejoras que tienen un impacto financiero directo.
 - a. Volumen de ventas: la diferencia del promedio entre Q1 y Q3 de la línea base y el promedio de los nuevos objetivos podríamos considerarlo como el aumento de volumen de ventas.
 - b. Menos inventario: si el impacto es inventario, entonces es necesario calcular los tiempos de reposición actuales y futuros. Dos preguntas deben ser respondidas: ¿Qué reducción en las tasas de producción es posible con la capacidad extra de producción? Y, ¿cuánto tiempo es requerido para producir la demanda máxima semanal?
 - c. Menores costos operativos: si el impacto es costo operativo, entonces los ahorros estarán principalmente en labor, costo de mantenimiento y utilidades.
 - d. Mejor servicio: si el impacto es un menor tiempo de entrega del producto o un incremento en la cantidad de producto despachado, es posible que las plantas se muevan del esquema de producir para inventario a producir para vender.

Consistencia de la Operación

Para avanzar hacia un funcionamiento más coherente y armonizado donde se valoran los estándares y la baja variación, (TRACC, 2018) indica que necesitamos determinar una línea de base y "medir" el statu quo (estado de los hechos en un tiempo determinado). Hay elementos de la operación de producción que se tratan en la Evaluación de consistencia de la operación (COA), se les conoce como estándares operativos.

Los elementos son:

1. Condiciones estándar: existe un conjunto de condiciones operativas estándar en las que el sitio es estable y el proceso produce un producto consistente dentro de las especificaciones. Por el contrario, si el sitio es inestable o produce un producto inconsistente, el proceso, por definición, ya no se encuentra en las condiciones estándar. Definir las condiciones estándar y la tolerancia aceptable en torno a esos estándares es realmente establecer las especificaciones en torno a la variación del proceso.
2. Procedimientos estándar: todos los sitios tienen una amplia variedad de actividades manuales que realiza el personal de producción; muchas no tienen ningún efecto (directo) en la producción, pero algunas interactúan directamente con el proceso. De manera similar a las codificaciones estándar, los procedimientos estándar están diseñados para limitar la cantidad de variación del proceso que se introduce al prescribir cómo se deben realizar estas actividades manuales claves. Claramente, el mantenimiento es un área que también tiene un impacto directo en el proceso.
3. Plan de control de calidad: cada proceso necesita una estrategia de control y un plan de control. La estrategia es cómo el proceso responde dinámicamente a un cambio de paso en una variable clave y luego trabaja para restaurar el equilibrio. El plan de control prescribe los puntos de ajuste de control (por receta) y las variables claves "no controladas". cuando una de estas variables tiene una excursión fuera de sus "límites de control" es necesario eliminar la fuente de la "variación de la causa especial". La excursión más común necesita un plan de respuesta/acción que se prescribe en el plan de control de calidad.

4. Estrategia de resolución de problemas: en la mayoría de las plantas, esto se delega en operadores experimentados que tienen considerable libertad para hacer lo que crean necesario para resolver el problema. En muchos casos, el problema es rápidamente resuelto y se reanuda el funcionamiento normal.

Cuando la primera ronda de acciones no tiene éxito y el problema persiste, más personas deben involucrarse y comienza la segunda ronda. En este punto existe una necesidad real de investigación sistemática de todas las causas posibles y un plan para gestionar todas las actividades. Muchas plantas tienen procedimientos de solución de problemas que son deliberadamente vagos: "Comprobar bomba" es un buen ejemplo. Mejor sería: Verifique la presión de descarga de la bomba; si es inferior a 45 psi, entonces cambie a bomba de repuesto, si está por encima de 60 psi, limpie el filtro, si está entre 45 y 60 psi no haga nada y siga adelante.

5. Cambiar la estructura de comunicación: cada 8/12 horas, una operación compleja se entrega a una nueva tripulación con solo un corto período de comunicación entre los turnos salientes y entrantes para revisar el estado. Los datos del proceso están disponibles y se discute el trabajo en curso. La práctica actual es probablemente que el nuevo turno averigüe el verdadero estado del sitio una vez que comience.
6. Retroalimentación diaria sobre el rendimiento: tipo de retroalimentación que existe de acuerdo con las operaciones diarias, frecuencia de la retroalimentación entre los equipos de trabajo, con plan de acción y seguimiento.

Hay tres dimensiones que se aplican a cada elemento del COA:

- a. Cantidad: ¿Hasta qué punto existe? Evaluar el nivel al que se ha formalizado e institucionalizado cada elemento en la operación. Tiene que estar documentado, tiene que ser completo y tiene que ser específico.
- b. Calidad: ¿Qué tan buena y relevante es? Busque evidencia de que el elemento se ha mantenido actualizado y, de hecho, sigue siendo la forma en que se espera que se ejecute el sitio. También verifique un mecanismo de retroalimentación / revisión para validar la efectividad del elemento.
- c. Uso/Aplicación: ¿En qué medida se usa en la práctica? Aquí es necesario verificar el uso en todas las situaciones donde sea aplicable. También es aconsejable ver

cómo la supervisión del sitio verifica su uso de forma continua. ¿Quién es responsable del uso correcto? ¿Cómo se evalúa eso?

Calificación COA

Cada elemento se puntúa en cada dimensión; la tabla de puntuación se muestra más adelante. La puntuación total del elemento es el producto de los tres elementos: máximo 48 puntos. La fórmula asegura que todas las dimensiones deben ser efectivas para obtener una puntuación alta. El puntaje general de la evaluación es la suma de los elementos; el puntaje máximo es 288. Expresa el puntaje como porcentaje.

Tabla 1. Puntuación COA

Stable Ops - Evaluación de la consistencia de operaciones (Consistency of Operations Assessment)

	Cantidad Escala 0 - 4	Calidad Escala 0 - 3	Uso/Aplicación Escala 0 - 4	Consistencia de Operación
Condiciones estándares de operación	4	3	4	48
Procedimientos estándares de operación	4	3	4	48
Plan de control operativo	4	3	4	48
Procedimiento de resolución de problemas	4	3	4	48
Estructura en la comunicación de cambio de turno	4	3	4	48
Retroalimentación del desempeño en turno	4	3	4	48
Total	24	18	24	288
				100%

Nota: (TRACC, 2018).

La puntuación es una línea de base inicial que se actualizará periódicamente. Adoptar algunas de las acciones claves identificadas como necesarias en la evaluación será la solución a varias causas fundamentales de la inestabilidad.

Mapeo de Procesos

Mapear procesos es una tarea importante en toda organización debido a que permite visualizar cómo se encuentran estructurados los procesos y, a su vez, poder normalizar dichos procesos. En su blog, (ISOTools EXCELLENCE, 2016), describe que "...es una herramienta a disposición de las organizaciones mediante la cual les permite optimizar los procesos presentes en las mismas..." También, menciona que se pueden considerar aquellos procesos que no han sido

establecidos, y que dicha herramienta proporciona una estructura basada en procesos. Además, con ella se facilita la identificación de las fortalezas y debilidades.

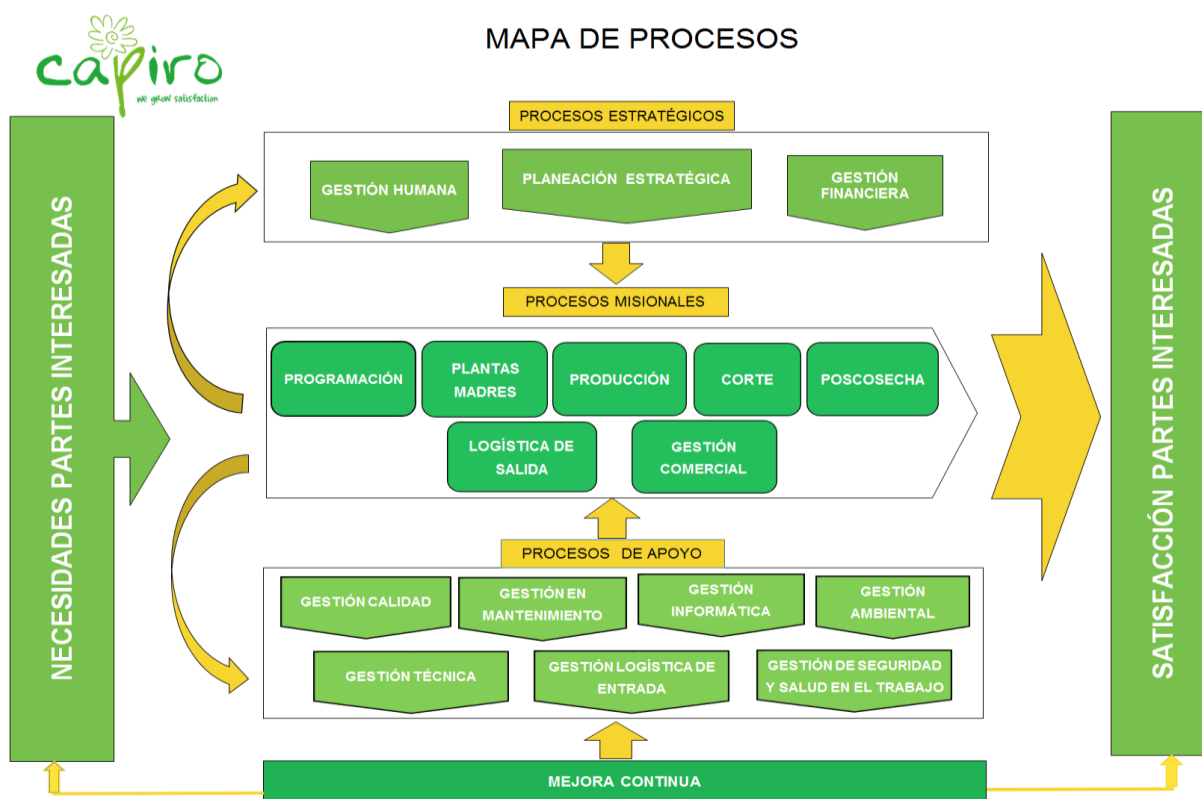
Por medio de la definición y mapeo de procesos, se logran identificar y dar solución a problemas comunes que ocurren en las organizaciones, entre ellos se pueden mencionar: los cuellos de botella, tareas que aportan poco o ningún valor, problemas que surgen por contar con exceso de documentación, costos elevados, entre otros. Cabe mencionar que, antes de iniciar con la elaboración del mapeo, es importante contar con la información necesaria, de tal modo, se puede recolectar información proveniente de entrevistas, observaciones o de cualquier otra fuente que se considere necesaria, explica (ISOTools EXCELLENCE, 2016).

De acuerdo con el mismo autor, una vez recolectados los datos, se pueden seguir los siguientes pasos:

1. Realizar una identificación de los objetivos perseguidos en cada proceso.
2. Definir cuáles son las entradas y las salidas que se obtendrán en los diferentes procesos.
3. Establecer los componentes que integrarán cada proceso.
4. Indicar los límites que han de tener los procesos.
5. En último lugar, documentaremos todo lo anterior clasificándolos por áreas.

En la Figura 8, se muestra un ejemplo de un mapeo de procesos, el cual se clasifica en procesos de tipo estratégicos, misionales y de apoyo; todos con el fin de satisfacer las necesidades de las partes interesadas.

Figura 8. Mapa de procesos



Nota: (ISOTools EXCELLENCE, 2016).

Además, entre los beneficios que se obtienen a través de la herramienta, se destacan: mayor comprensión y análisis de los procesos con los que cuenta la empresa con el fin de buscar mejorarlos, reducción de los tiempos al ejecutar las tareas, alcanzar la normalización y mejora de la calidad y un cambio del concepto de estructura por departamentos al pasar a uno basado en procesos, lo cual simplifica la gestión del sistema. (ISOTools EXCELLENCE, 2016)

Diagramas de Flujo del proceso

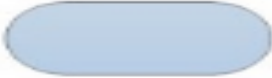

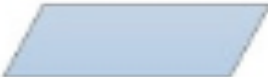


Según (Raffino, 2020) “el diagrama de flujo o también diagrama de actividades es una manera de representar gráficamente un algoritmo o un proceso de alguna naturaleza, a través de una serie de pasos estructurados y vinculados que permiten su revisión como un todo”. En él, cada paso del proceso se representa mediante la secuencia de figuras geométricas, las cuales se conectan entre sí por medio de líneas y flechas que indican su flujo.

Dicha autora menciona que, de acuerdo con su representación, existen cuatro tipos de diagramas, los cuales se describen a continuación:

1. Horizontal. Va de derecha a izquierda, según el orden de la lectura.
2. Vertical. Va de arriba hacia abajo, como una lista ordenada.
3. Panorámico. Permiten ver el proceso entero en una sola hoja, al usar el modelo vertical y el horizontal.
4. Arquitectónico. Representa un itinerario de trabajo o un área de trabajo.

De tal modo, los diagramas de flujo son percibidos como mecanismos de control y descripción de procesos, y son versátiles y sencillos de realizar. Además, estos cuentan con una simbología de cinco figuras básicas que especifican la actividad que se realiza en secuencia, menciona (Raffino, 2018). En la Figura 9 se muestran los símbolos, nombres y sus respectivas funciones.

Figura 9. Simbología del diagrama de flujo.

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Nota: (Raffino, 2018).

Continuando con la misma autora, se muestra que el primer símbolo representa el inicio o final de un proceso; la flecha, indica el flujo que sigue cada operación; el romboide, representa la entrada o salida de datos; el rectángulo, indica la ejecución de un proceso u operación; y, el rombo, indica una decisión, la cual se toma con base en un valor verdadero o falso.

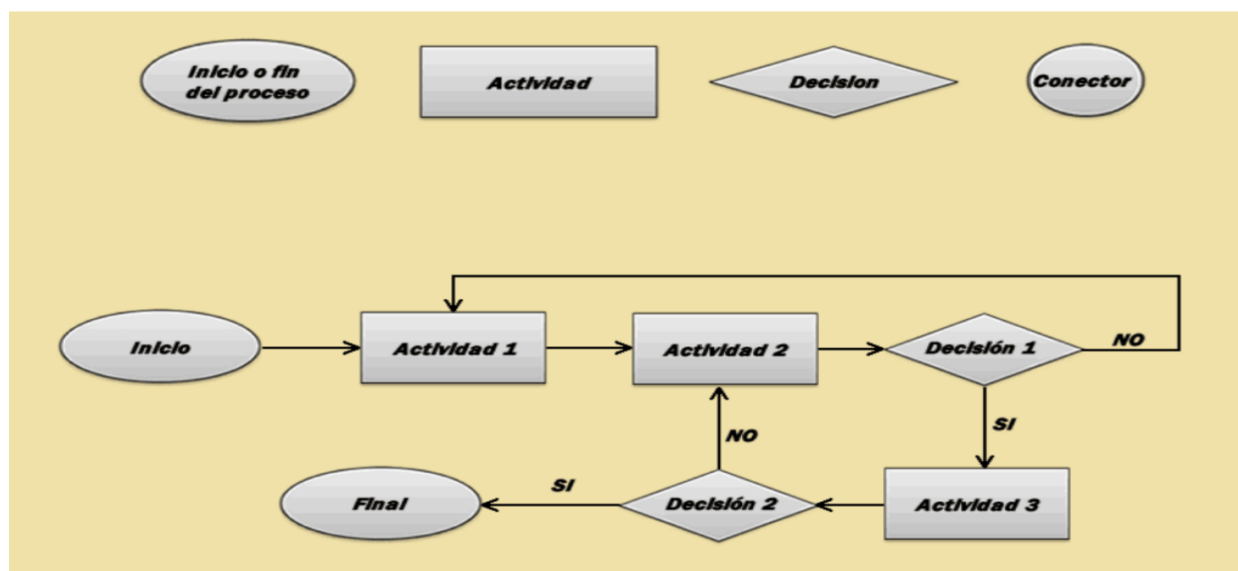
Diagrama de Procesos

Un diagrama de procesos es una representación gráfica de los principales procesos que se llevan a cabo en una compañía, su orden y sus interrelaciones. Muestra la secuencia e interacción de las actividades de un proceso a través de símbolos gráficos, que proporcionan una mejor visualización del funcionamiento del proceso, ayudando a su entendimiento y haciendo su descripción más visual e intuitiva, describe (Ekon, 2020). De esa forma, la herramienta permite aclarar el flujo de trabajo, entender un proceso para aplicar algún tipo de mejora y delimitar las responsabilidades de las personas involucradas.

De acuerdo con el mismo autor, los principales elementos de un diagrama de procesos están representados de la siguiente forma, mediante simbología:

1. Procesos o actividades. Representados como rectángulos, se refieren a una acción en un proceso de negocios. Son, posiblemente, los elementos más importantes de un diagrama de procesos, los que aparecen siempre, y por eso deben describirse de forma clara y concisa.
2. Subprocesos. Estos están representados como un rectángulo con líneas dobles en cada lado. Son partes de procesos padre; así, normalmente forman parte de otros más complejos y sirven para asignar tareas más simples al diagrama de flujo.
3. Nodos de decisión. Están representados mediante un diamante y son nodos en los que, dependiendo de la respuesta, el árbol se dirige hacia un camino u otro. Generalmente, responden a la decisión de sí o no.
4. Conectores. Gráficamente, son pequeños círculos o cuadros conectores que se etiquetan al utilizar letras. Aseguran que todos los procesos están conectados de forma lógica y correcta en varias páginas.
5. Líneas de flecha. Su función es mantener la coherencia y claridad en un diagrama de procesos. Se dibujan hacia una u otra dirección, normalmente representando el camino por el que fluirá el diagrama.
6. Terminadores. Están representados por un rectángulo con esquinas curvas. Aparecen al inicio y al final de un diagrama de flujo, e indican la finalización de un diagrama.

Figura 10. Diagrama de Procesos



Nota: (Ekon, 2020).

Matriz de Priorización

Explica (Martín, 2018) que “una matriz de priorización es una herramienta de gestión y control de proyectos que se utiliza para determinar problemas claves y evaluar las alternativas apropiadas ante un objetivo determinado”. Esta matriz es un sistema que permite facilitar la toma de decisiones basados en juicios objetivos y, de tal forma, conocer cuál es la manera adecuada y beneficiosa de actuar ante un caso que se presente, o, en otras palabras, consiste en determinar cuál es el problema al que se le debe dar prioridad para ser resuelto.

Además, el mismo autor menciona que “para crear una de estas matrices, las cuestiones clave deben priorizarse y ponderarse antes que las opciones de acción posible puedan aplicarse”. Es por medio de esa puntuación obtenida que se clasifican las posibilidades y las que dan como resultado puntajes más altos son las consideradas como viables y beneficiosas de llevar a cabo. Para su elaboración, deben seguirse los siguientes pasos:

1. Acordar el objetivo final. El primer paso para aplicar el método de criterios analíticos completo es garantizar que las personas que trabajan en la matriz acuerden el objetivo final que intentan alcanzar.

2. Hacer una lista de criterios necesarios para cumplir el objetivo. A continuación, se crea una lista de criterios o características necesarias para lograr el objetivo. La idea es, simplemente, enumerar los criterios sin tener en cuenta su importancia relativa.
3. Comparar la importancia relativa del criterio. Una vez que se desarrolla la lista total, el siguiente paso es juzgar la importancia relativa de cada criterio en comparación con los demás. Para eso, se hace una matriz en forma de L con todos los criterios enumerados, tanto en los ejes horizontales como los verticales.

Se compara la importancia de cada criterio en el lado vertical de la matriz con cada criterio enumerado a lo largo del lado horizontal usando ponderaciones. Se agregan los valores registrados en cada columna y luego los totales de las columnas para obtener el total general.

Se agregan los valores registrados en cada fila y luego los totales de la fila para obtener el total general. El total en las columnas debe cuadrar con el de las filas. Se divide cada fila total por el total general. Este porcentaje es la ponderación que muestra la importancia relativa de cada criterio.

4. Evaluar las opciones en relación con los criterios ponderados. Ahora que se conoce la importancia relativa de cada criterio, el siguiente paso es evaluar en qué medida las opciones posibles cumplen con cada uno de los criterios. Esas opciones posibles podrían ser cosas como qué pasos de mejora dar primero, qué equipo comprar o qué proveedor utilizar.
5. Evaluar los criterios contra cualquier otro criterio. Se selecciona el primero que se desea considerar y se compara cada opción posible con cualquier otra opción posible preguntando en qué medida cumplirá ese criterio o característica.
6. Comparar las posibles opciones con los criterios restantes. Del mismo modo, se completa una matriz que compare cada una de las opciones posibles para cada uno de los criterios restantes. Si se hace eso para todos los criterios, se tendría que crear un total de matrices que compararán cada combinación de opciones posibles por su capacidad relativa de cumplir con cada uno de los criterios identificados.

7. Reunir todos los datos recopilados. El último paso en el método de criterios analíticos completos es unir la capacidad relativa de una posible elección de un criterio deseado con la ponderación relativa de ese criterio.

A continuación, en la Tabla 2, se presenta un ejemplo de la matriz de priorización, la cual incluye los respectivos criterios y ponderaciones.

Tabla 2. Matriz de priorización

	Facilidad de uso	Acceso e integración de fuentes de datos	Creación de visualización y paneles de datos	Soporte para R y Python	Precio	Total	Peso ponderado definido
Facilidad de uso		5	1	5	5	16,00	0,44
Acceso e integración de fuentes de datos	0,2		1	5	1	7,20	0,20
Creación de visualización y paneles de datos	1	1		1	5	8,00	0,22
Soporte para R y Python	0,2	0,2	1		1	2,40	0,07
Precio	0,2	1	0,2	1		2,40	0,07
Total						36	1,00

Nota: Google imágenes.

Este tipo de matrices son ideales para mostrar la relación entre problemas y ayudan a priorizar recursos, procesos y a organizar datos. El método de ponderación resalta las mejores opciones y ello permite que el equipo pueda actuar de manera racional antes de que se lleve a cabo la planificación detallada de cualquier implementación, menciona (Martín, 2018).

Diagrama de Pareto

En su blog, mencionan (Arenhart & Martins, 2018) que “el Principio de Pareto presenta el concepto de que, en la mayoría de las situaciones, el 80% de las consecuencias son el resultado del 20% de las causas”. Con ello, se hace referencia a que en un proceso o en una determinada situación el 20% de las causas generan el 80% de los resultados, y esto ayuda a identificar puntos de mejora y a definir los planes de acción que se deben llevar a cabo con respecto de la prioridad establecida.

De acuerdo con los autores, se debe seguir una serie de pasos para hacer el diagrama de Pareto. Estos se presentan a continuación:

1. Determine el tipo de pérdida/problema que desea investigar.
2. Especifique el aspecto de interés del tipo de pérdida que desea investigar.
3. Organice una hoja de verificación con las categorías del aspecto que usted ha decidido investigar.
4. Llene la hoja de verificación.
5. Haga las cuentas, organice las categorías en orden decreciente de frecuencia, agrupe aquellas que ocurren con baja frecuencia bajo denominación “otros” y calcule el total.
6. Calcule las frecuencias relativas y las frecuencias acumuladas.

En la Tabla 3, se ejemplifica el diagrama de Pareto.

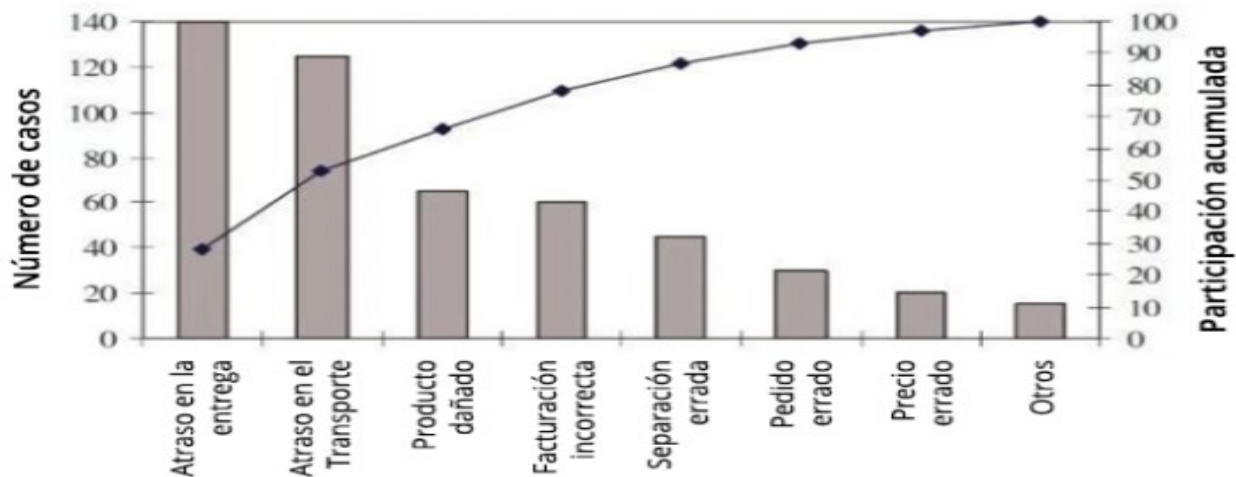
Tabla 3. Diagrama de Pareto

Razones	Número de ocurrencias	Casos acumulados	Porcentual unitario %	Porcentual acumulado %
Atraso en la entrega	140	140	28	28
Atraso en el transporte	125	265	25	53
Producto dañado	65	330	13	66
Facturación incorrecta	60	390	12	78
Separación errada	45	435	9	87
Pedido errado	30	465	6	93
Precio errado	20	485	4	97
Otros	15	500	3	100
Total	500		100	

Nota: (Arenhart & Martins, 2018).

Al retomar a los autores, en el ejemplo se puede observar que se representan los problemas en cuestión, relacionados con la cantidad de devoluciones en el último semestre; cada uno con su respectiva cantidad de ocurrencias o repeticiones y, finalmente, las frecuencias relativas y acumuladas. Con estos datos se puede construir el gráfico de Pareto, presentado a continuación.

Figura 11. Gráfico de Pareto.



Nota: (Arenhart & Martins, 2018).

El resultado que arroja la Figura 11 indica que, para disminuir el problema de devolución de productos, será necesario crear un programa de acción para que la empresa pueda disminuir los retrasos en las entregas y, también, en los del transporte. Con eso, el 53% del problema estaría resuelto. Es así como el diagrama de Pareto “muestra un gráfico de barras que permite determinar, por ejemplo, qué problemas se deben resolver primero”, describen (Arenhart & Martins, 2018).

Diagrama de Ishikawa

Esta herramienta, conocida también como Diagrama de Causa y Efecto, Diagrama de Espina de Pescado o Diagrama de las 6M’s “es una herramienta que ayuda a identificar las causas raíz de un problema, analizando todos los factores involucrados en la ejecución de un proceso” (Vieira, 2019). El diagrama es una herramienta visual que puede ser utilizada por cualquier persona y es aplicada por varias organizaciones. Se parte de la premisa de que cada uno de los problemas tiene una causa específica, y por esto surge la necesidad de eliminar la causa raíz, ya que con ello se corrige el problema.

De acuerdo con el autor, la versión original del Diagrama de Ishikawa cuenta con 6 tipos de causas, los llamados 6 Ms, los cuales se explican a continuación:

1. Método: secuencia de acciones en forma de patrones, que son utilizadas para ejecutar el proceso.

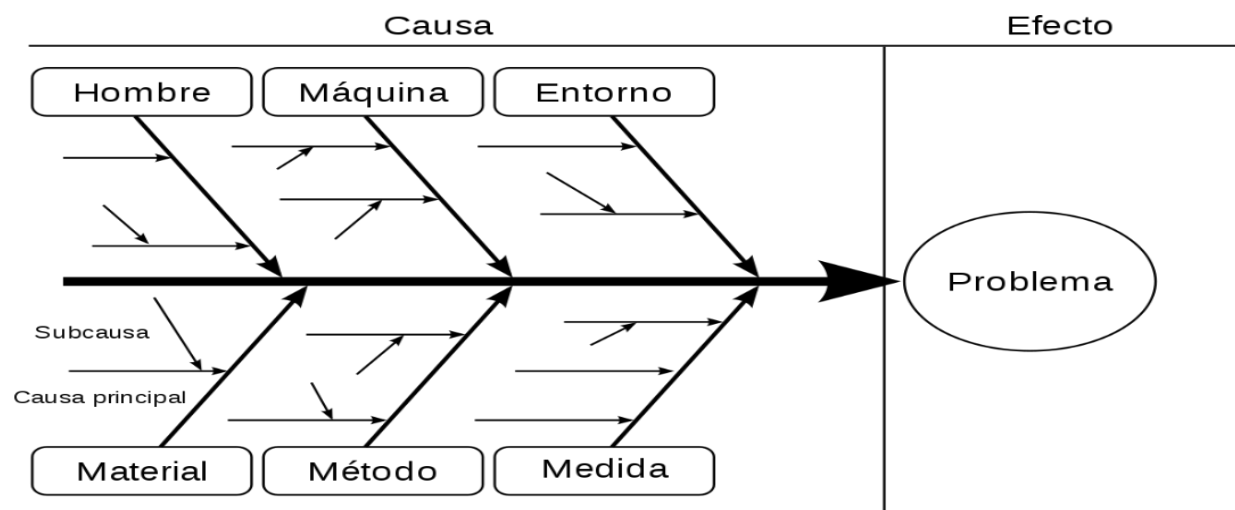
2. Máquina o equipamiento: diversos problemas son derivados de errores o fallas en máquinas. Dentro de esa categoría, las causas pueden ir desde falta de manutención hasta la utilización inadecuada.
3. Mano de obra o personas: la falta de calificación, la desmotivación y la imprudencia de colaboradores o proveedores pueden ser la causa de muchos problemas. La influencia también puede venir de la familia.
4. Materiales: pueden ser la materia prima utilizada en el proceso o cualquier otro material fundamental.
5. Medida: es la categoría de las decisiones y acciones tomadas anteriormente. Ellas pueden haber alterado el proceso y dar origen al problema.
6. Medio ambiente: es el contexto que puede favorecer el surgimiento de problemas.

Para aplicar el diagrama de Ishikawa, (Vieira, 2019) indica que se debe seguir cada uno de los siguientes pasos:

1. Define el problema. El primer paso es definir el problema (efecto) que será analizado. En ese momento, es importante ser específico, al definir el obstáculo de manera objetiva.
2. Crea la espina de pescado. Haz un guion horizontal. En la extremidad derecha de ese guion, incluye un rectángulo y escribe el efecto (problema) dentro de él. En seguida, haz guiones perpendiculares a esta línea horizontal. Cada uno de los guiones perpendiculares será una categoría de causas.
3. Reúnete con el equipo y analiza las causas. Ese es el momento de levantar todas las posibles causas para el surgimiento del problema, llevando en cuenta la estructura de los 6Ms.
4. Haz subgrupos. Analiza cada categoría de causas y crea subgrupos. Por ejemplo, al investigar las faltas de un empleado, dentro de “máquina” o “equipos”, puede estar la subcategoría “coche”.
5. Destaca la causa principal. Después de concluir el diagrama, destaca la causa principal que generó el problema. Dependiendo del caso, puede haber más de una.
6. Planifica acciones. ¿Encontraste la razón principal? Ahora, es necesario que pienses en posibilidades de solución que estén al alcance del equipo.

Seguidamente, en la Figura 12, se presenta un ejemplo de la estructura de un diagrama de Ishikawa.

Figura 12. Diagrama de Ishikawa.



Nota: Google imágenes.

Entre las mayores ventajas que se tienen al aplicar este diagrama en los procesos de la organización, se encuentran: una mayor visibilidad de los problemas al clasificar las causas encontradas, contar con un registro visual, el cual va a facilitar los futuros análisis y la mejora continua de los procesos promoviendo la participación del equipo. De esta forma “el Diagrama de Ishikawa es un instrumento utilizado en las empresas para facilitar la resolución de problemas en el ambiente corporativo” (Vieira, 2019).

Ingeniería de Métodos y Movimientos

Explica (Salazar, 2019b) que “...el Estudio de Métodos debe empezar por lo más general dentro de un sistema productivo, es decir: «El proceso» para luego llegar a lo más particular, es decir «La operación»”. Partiendo de esa afirmación, se pasa de observar el método de trabajo del operario en su mesa o línea de forma general a algo más detallado: observar sus movimientos, la forma en la cual aplica esfuerzo y la fatiga que se genera al desempeñar su trabajo.

De acuerdo con el mismo autor, “los movimientos deben corresponder al orden o clasificación más baja posible, es decir, al reduciendo al mínimo el esfuerzo empleado en ejecutar cada acción”, esto, según los principios de economía de movimientos que se basan en la utilización del cuerpo humano; principio abordado principalmente por Frank Bunker Gilbreth y Lillian Moller

Gilbreth. Estos movimientos se clasifican según la parte del cuerpo que sirve de apoyo durante la ejecución del trabajo, tal y como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 4. Clasificación de los movimientos

CLASE	PUNTO DE APOYO	PARTES DEL CUERPO EMPLEADAS
Clase 1	Nudillos	Dedo
Clase 2	Muñeca	Mano y Dedos
Clase 3	Codo	Antebrazo, Mano y Dedos
Clase 4	Hombro	Brazo, Antebrazo, Mano y Dedos
Clase 5	Tronco	Torso, Brazo, Antebrazo, Mano y Dedos

Nota: (Salazar, 2019b).

El autor resalta que “a medida que aumenta la clase de movimiento, las partes del cuerpo que se emplean se incrementan de forma acumulativa, es decir, que mientras más baja sea la clase, más movimientos se ahorrarán”, por ello, la persona que se encargue de realizar el estudio de movimientos debe prestar atención a la disposición del lugar, herramientas y el equipo para que la cantidad de movimientos por realizar por el operario sean lo menor posible.

Dentro de los estudios de métodos y tiempos se incluye el Estudio de Micro movimientos, el cual tiene como objetivo “dividir la actividad humana en movimientos o grupos de movimientos llamados *therblig*, menciona (Salazar, 2019b). Los movimientos *therblig* son la división del trabajo en 17 movimientos fundamentales, clasificados como eficientes e ineficientes. A continuación, en la Tabla 5, se muestra su clasificación.

Tabla 5. Divisiones básicas de los movimientos.

THERBLIGS EFICIENTES		THERBLIGS INEFICIENTES	
ALCANZAR	AL	BUSCAR	B
TOMAR	T	SELECCIONAR	S.E
MOVER	M	INSPECCIONAR	I
SOLTAR	S.L	DEMORA EVITABLE	D.E.T
ENSAMBLAR	E	DEMORA INEVITABLE	D.I
DESMONTAR	D.E	COLOCAR EN POSICIÓN	P
USAR	U	DESCANSAR	D.E.S
PREPARAR POSICIÓN	P.P	SOSTENER	S.O
		PLANEAR	P.L

Nota: (Salazar, 2019b).

Según la tabla anterior, (Salazar, 2019b), explica que:

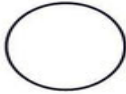
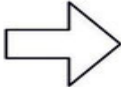

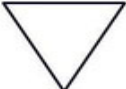
Las diecisiete divisiones básicas pueden clasificarse en *therblig* eficientes (o efectivos) y en ineficientes (o inefectivos). Los primeros son aquellos que contribuyen directamente al avance o desarrollo del trabajo. Estos *therblig* con frecuencia pueden reducirse, pero es difícil eliminarlos por completo. Los *therblig* de la segunda categoría no hacen avanzar el trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios del análisis de la operación y del estudio de movimientos.

Diagrama Bimanual

“El diagrama bimanual es un cursograma en el cual se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario indicando la relación entre ellas”. En él, se logra registrar la sucesión de las operaciones que indican la relación que existe en ciclos cortos y aumenta el grado de detalle ya que descompone las operaciones en movimientos elementales, describe (Salazar, 2019b).

El autor menciona que, aunque la simbología utilizada en los diagramas bimanuales es la misma a la utilizada en otros diagramas, el significado cambia ya que se abarca un nivel más detallado de las operaciones. De acuerdo con la Figura 13, Los símbolos utilizados son los siguientes:

Figura 13. Simbología del diagrama bimanual.

	Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar soltar, etc., una herramienta, pieza o material.
	Se emplea para representar el movimiento de la mano (o extremidad) hasta el trabajo, herramienta o material; o desde uno de ellos.
	Se emplea para indicar el tiempo en que la mano o extremidad no trabaja. (Aunque quizá trabajen las otras extremidades).
	Se emplea para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la extremidad cuya actividad se está consignando.


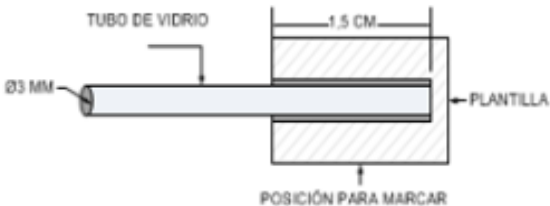
Nota: (Salazar, 2019b).

Para ello, (Salazar, 2019b) menciona que es conveniente observar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones, y registrar una sola mano y pocos símbolos a la vez, todo esto, con el fin de evitar posibles errores al documentar las observaciones. Los pasos por seguir para la creación del diagrama bimanual son los siguientes:

1. Conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo.
2. Luego se añade en la segunda columna la clase de trabajo que realiza la segunda mano.
3. Registrar las acciones en el mismo renglón cuando tienen lugar al mismo tiempo.
4. Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos. Verifíquese si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.
5. Procure registrar todo lo que hace el operario y evítese combinar las operaciones con transportes o colocaciones, a no ser que ocurran realmente al mismo tiempo.

En la Tabla 6, se ejemplifica la información que contiene un diagrama bimanual.

Tabla 6. Diagrama bimanual.

		DIAGRAMA BIMANUAL							
		Método	Actual	Propuesto					
Operación	Cortar trozos de tubo de vidrio de 1,5 cm	Empieza							
Objeto	Tubo de vidrio de 3 mm de ϕ y 1 metro de longitud	Termina							
Lugar	Talleres generales								
Operario(s)									
Elaborado por		Fecha							
Aprobado por		Fecha							
Descripción de la mano izquierda	Símbolo				Símbolo				Descripción de la mano derecha
Sostiene tubo	●	→	◐	▼	●	→	◐	▼	Recoge lima
Hasta plantilla									Sostiene lima
Mete tubo en plantilla									Lleva lima hasta tubo
Empuja hasta el fondo									Sostiene lima
Sostiene tubo									Muesca tubo con lima
Retira un poco tubo									Sostiene lima
Hace girar tubo 120°/180°									Sostiene lima
Empuja hasta el fondo									Acerca lima a tubo
Sostiene tubo									Muesca tubo
Retira tubo									Pone lima en mesa
Pasa tubo a la derecha									Va hasta tubo
Dobla tubo para partirlo									Dobla tubo
Sostiene tubo									Suelta trozo cortado
Corre a otra parte del tubo									Va hasta lima
Total	8	2	-	4	5	5	-	4	
Tiempo de inactividad									

Nota: (Salazar, 2019b).

En este ejemplo, se muestra el método de trabajo, la disposición del lugar y el tipo de operación que se ejecuta; así mismo, se indica el lugar, operario, los responsables del estudio y todo el proceso de medición de acuerdo con las manos analizadas y su respectiva simbología.

Estudio de Tiempos

En su artículo, (Andrade, Del Río, & Alvear, 2019) al citar a (Salvendy, 2001), mencionan que un estudio de tiempos consiste en la determinación del tiempo que requiere completar un

proceso, actividad, tarea o paso específico. Con este tipo de estudios, se busca minimizar los tiempos requeridos para ejecutar los trabajos, y a su vez, lograr conservar los recursos y minimizar los costos asociados; al buscar como fin la eficacia y eficiencia en los procesos.

Al continuar con los autores, para llevar a cabo el estudio siguieron una serie de pasos, los cuales se describen a continuación:

1. Preparación para ejecutar el estudio. Consiste en seleccionar el proceso según su secuencia de operaciones, seleccionar a los operarios que ejecutan dicho proceso al evaluar su habilidad, cooperación, temperamento y experiencia; y se solicitó a los jefes de producción y de área la autorización correspondiente para realizar el estudio.
2. Ejecución del estudio. El estudio se ejecutó en cuatro fases: obtención y registro de la información, descomponer la tarea en elementos, cronometrar, y calcular el tiempo observado.
 - a. Obtener y registrar la información. Mediante una información in situ se registra información referente al producto y al proceso para identificar factores que permitan mejorar o eliminar ineficiencia en la producción.
 - b. Descomponer la tarea en elementos. Con la colaboración de los operarios seleccionados y la aplicación de diagramas del proceso bimanual, se registran las operaciones, tareas y micro movimientos en las áreas de producción.
 - c. Cronometrar. Para asegurar que el tiempo tomado sea el adecuado, se utilizó el método de lectura con retroceso a cero y el orden de trabajo se realizó de acuerdo con las operaciones, tareas y micro movimientos que fueron registrados con la aplicación de los diagramas de proceso bimanual.
 - d. Calcular el tiempo observado. Para determinar las observaciones necesarias y posteriormente obtener su promedio, se aplicó una fórmula estadística que permite establecer la cantidad adecuada de observaciones para normalizar el tiempo de trabajo. Se presenta la fórmula en la Figura 14.

Figura 14. Fórmula del cálculo de la muestra.

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Nota: (Andrade, Del Río, & Alvear, 2019).

En donde: N= muestra, K= representa el riesgo de error, y, e= un valor de error fijado.

3. Valoración del ritmo de trabajo. Se realiza mediante un análisis cualitativo de cuatros aspectos: habilidad, desempeño, rotación de puestos y procedimientos en las áreas. Se recomienda que el jefe de producción, juntamente con los jefes de área, emitan el juicio en calidad de analistas de tiempos.
4. Suplementos del estudio de tiempos. Es fundamental asignar un suplemento de trabajo, puesto que, si se calcula la cantidad de tiempo sin tener en cuenta las causas de demora asignables, no se podrá cumplir con las metas propuestas.
5. Cálculo del tiempo estándar. El tiempo estándar se determinó de acuerdo con cinco medidas: Tiempo estándar por operario, combinaciones de actividades, asignación de trabajo compartiendo tareas, suplementos, y determinación de la capacidad de producción.

A continuación, en la Figura 15, se presenta la tabla utilizada por el equipo investigador para resumir los datos.

Figura 15. Resultados del análisis de tiempos.

Área	Tiempo Acumulado	Suplementos 10%	Tiempo Estándar Por Área	Operarios	Tiempo Estándar Por Operario
Corte	412,09	41,21	453,30	2	226,65
Costura	1494,99	149,50	1644,49	4	411,12
Armado	662,61	66,26	728,87	4	182,22
Prefabricado	817,73	81,77	899,50	4	224,88
Terminado	492,58	49,26	541,84	2	270,92
TOTAL	3880,00	388,00	4268,00	16	

Nota: (Andrade, Del Río, & Alvear, 2019).

Lean Manufacturing

En su página web (Lean Manufacturing, 2020) describe que “*Lean Manufacturing* implica un cambio esencial cultural. El cual consiste en medir y analizar la eficiencia y productividad de los procesos con respecto a los conceptos desperdicios y valor añadido”. De esta manera, se entiende que es una filosofía que busca aumentar el valor de la cadena con el fin de eliminar todo aquello que no aporta valor y crear actividades por las cuales el cliente está dispuesto a pagar.

De acuerdo con (Lean Manufacturing, 2020), se deben seguir tres pasos para lograr la eliminación de todo aquello que resulte improductivo:

1. Identificar el desperdicio y el valor añadido dentro de cada proceso.
2. Tomar acciones para eliminar el desperdicio al aplicar la técnica Lean más adecuada.
3. Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora.

Estos pasos reciben el nombre de *Hoshin* y su propósito es “buscar, por parte de todo el personal involucrado, soluciones de aplicación inmediata tanto en la mejora de la organización del puesto de trabajo como en las instalaciones o flujos de producción”.

Seguidamente, de acuerdo con el autor, se describen cada uno de los desperdicios, los cuales corresponden a sobreproducción, transporte, tiempo de espera, exceso de procesos, inventario, movimientos y defectos.

1. Desperdicios por exceso en almacenamiento. Pueden ser materiales o productos obsoletos. El desperdicio por almacenamiento es la consecuencia de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias. El hecho que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo.
2. Desperdicio por sobreproducción. Ocurre por fabricar más cantidad de la necesaria. También por diseñar o comprar equipos con demasiada capacidad. Implica perder tiempo en fabricar una parte de un producto que no es necesario, lo que implica claramente un consumo inútil de componentes, aumento de transportes y del nivel de stock.
3. Desperdicio por tiempo de espera. Son los tiempos perdidos o muertos que resultan de una secuencia de trabajo deficiente. Provocando así con estos malos diseños de operación que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Es preciso estudiar concienzudamente cada actividad para estandarizar procesos.
4. Desperdicio en transportes o movimientos innecesarios. Se deben reducir las distancias entre las máquinas en las líneas de producción, el objetivo es que los materiales no deben esperar entre puestos, por lo que deben fluir sin esperas o stocks intermedios.

Optimización de la disposición de las máquinas y de los movimientos de stocks en planta.

5. Desperdicio por defectos, rechazos y re-trabajos. Cada error en la ejecución de un proceso genera un *reworking* o un trabajo extra. Los procesos productivos deben ser diseñados teniendo en cuenta los posibles errores. Hay que conseguir en la medida de lo posible no tener que hacer reprocesos, y eso implica necesariamente hacerlo bien a la primera. Y si no es posible hacerlo bien en todos los casos, los errores o las no conformidades deben detectarse lo antes posible.

Indicadores Clave de Desempeño

Los KPI (Key Performance Indicators) o Indicadores Clave de Desempeño miden el nivel del desempeño de un proceso determinado, enfocándose en el “cómo” e indicando qué tan efectivos son los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado. Los KPIs son “vehículos de comunicación”; permiten que la dirección de la organización comunique la misión y visión de la empresa a los empleados, involucrando directamente a todos los colaboradores en la consecución de los objetivos estratégicos de la empresa, describe (ISOTools Excelence, 2020).

De acuerdo con el mismo autor, un indicador debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Relevante. Ya que debe ser un factor que realmente influya en el modelo de negocio, y que, si esa variable da resultados negativos, rápidamente se pueda actuar.
2. Conciso. Cuanto menor sea el número de KPIs en los que se pueda medir la información necesaria para la empresa, mejor. Simplificará el vaciado y la cuantificación de los datos obtenidos.
3. Debe permitir examinar a fondo el mayor número de detalles posibles del funcionamiento de la empresa.
4. Simple. Los usuarios deben entender con facilidad en qué consiste cada indicador y qué valor tiene.
5. Fácil de procesar. El proceso de descifrar y conocer el efecto de los resultados obtenidos debe ser un procedimiento sencillo y clarificador.
6. Cada indicador debe ser atribuible o incumbir a alguien a quien compete directamente.
7. El origen y el contexto que favorece la elección de cada KPI deben ser conocidos por los usuarios.

8. Correlativo. La interacción entre los distintos indicadores debe conducir a obtener el tipo de resultados que se desean conocer.
9. Debe componerse de medidas que abarquen factores económicos y otras que abarquen factores no económicos. Las medidas financieras son importantes, e igual que no pueden obviarse tampoco deben acaparar toda la atención.
10. Equiparable. Todos los KPIs deben tener la misma jerarquía en la correlación, no pueden subordinarse unos a otros.

Objetivos de los KPIs

No se puede olvidar que lo realmente importante para que un KPI funcione es que debe partir directamente de la estrategia de la empresa, estar en consonancia, mantener la coherencia. Además, cabe mencionar que, todos los datos deben ser ciertos, de fácil extracción, ser recogidos por medio de programas informáticos y estar disponibles en el tiempo en que se hayan establecido, (ISOTools Excelence, 2020).

Gestión Visual

La gestión visual es una poderosa herramienta de gestión que ayuda a impulsar la mejora continua, menciona (TRACC, 2018). Del mismo modo que un discurso elocuente y bien pronunciado puede mover a los oyentes a actuar, un uso hábil y sensato de las técnicas de gestión visual pueden empujar las prácticas empresariales hasta un nivel más alto de realización y eficacia.

Despliegue visual

La mejor práctica de la gestión visual es la comprensión de lo que hay que medir, al igual que la recopilación, el procesamiento y la exposición de dicha información de manera que la vean las personas adecuadas en el momento preciso. Es esencial que todo el personal en un sitio de trabajo, desde los supervisores hasta sus subordinados, estén totalmente al corriente de la situación actual del trabajo. (TRACC, 2018)

“Para facilitar dicha concienciación, los materiales informativos deben colocarse donde sean visibles y se pueda reconocer el contenido con facilidad, con el fin de que todos puedan, de un vistazo, observar si el trabajo está progresando bien o no, si las operaciones son normales o si sufren alguna anomalía”, concluye (TRACC, 2018)

Según expresa el mismo autor, la gestión visual está estructurada en las siguientes etapas:

Etapa 1: Máximo secreto

En esta etapa no se despliega ninguna medición del rendimiento en el sitio de trabajo, aun cuando se espera que los trabajadores registren los datos pertinentes. El rendimiento de la organización solamente es visible para la gerencia. La gerencia establece los objetivos de rendimiento sin la participación ni el respaldo de los equipos de trabajo. Los trabajadores tienen poco conocimiento de los planes futuros, los factores claves para el éxito o los desperdicios principales.

Etapa 2: Máxima prioridad

Hay tableros sencillos de medición de rendimiento que están visibles en las áreas en las que se reúnen los equipos de trabajo. Se han definido los indicadores claves de rendimiento y los equipos comprenden las mediciones. Los objetivos se establecen conjuntamente entre el equipo y la gerencia, tomando como base los objetivos de la empresa, y los equipos de trabajo se comprometen a cumplirlos. Los tableros de VM constituyen el punto de atención de las reuniones del equipo en el sitio de trabajo.

Etapa 3: Medición del equipo

El equipo ya ha asumido la propiedad total de la medición de su rendimiento. Sus integrantes actualizan sus tableros cada día o cada hora y utilizan la información para resolver problemas e impulsar la mejora continua. Se han alcanzado los objetivos iniciales y se imponen de mutuo acuerdo metas más exigentes. La información que se presenta se ha ampliado al sitio de trabajo y también ha mejorado la precisión de los datos. Ya no existe la necesidad de que la gerencia impulse la gestión visual.

Etapa 4: Control proactivo

El enfoque de la gestión visual se ha desplazado hacia la dinamización de la captación y el procesamiento de datos mediante la utilización de tecnologías de computación. La información también se ha ampliado para proporcionar a los equipos una visión general del rendimiento de la totalidad de la empresa. Los equipos utilizan sus mediciones visuales del rendimiento para controlar sus procesos y evitar problemas, haciéndolo todo en forma proactiva.

Etapas 5: Autodirección

Los equipos están enfocados hacia la empresa y tienen acceso a información proveniente de toda la cadena de suministro. Los equipos establecen y alcanzan objetivos de rendimiento cada vez más exigentes y estos se basan en los parámetros de referencia o benchmarking del sector. Los equipos participan activamente en la planificación y el establecimiento de pronósticos del negocio y toman propiedad de los presupuestos de operación. El procesamiento de datos se ha automatizado aún más para supervisar el rendimiento en tiempo real. El rendimiento visual ya se encuentra en su total madurez.

Trabajo en equipo

“Un equipo es un grupo de personas con habilidades complementarias que están comprometidas con un propósito, metas de desempeño y enfoque comunes para el cual son mutuamente responsables”, describe (TRACC, 2018). Se deben establecer equipos de trabajo eficaces que estén integrados en el sistema de gestión diaria del sitio. Los equipos de trabajo eficaces son críticos para reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia diaria.

De acuerdo con (TRACC, 2018), existen 5 etapas para desarrollar el trabajo en equipo:

Etapas 1: Individualismo

Esta es la situación tradicional antes de introducir el trabajo en equipo. No hay forma de trabajo en equipo estructurado en el lugar de trabajo para los equipos de trabajo. Los empleados no tienen poder, no asisten a ninguna reunión y no participan en la toma de decisiones ni en la resolución de problemas. Normalmente hay niveles muy bajos de confianza y motivación.

Etapas 2: Formación

Durante esta etapa, se designa un líder del equipo y se forma el equipo. El equipo comprende los principios del trabajo en equipo eficaz y se reúne regularmente bajo la guía de un líder en un lugar adecuado para la reunión. Puede que aún existan algunos escépticos entre los miembros y se deben tratar los conflictos para avanzar hacia la siguiente etapa.

Etapas 3: Estabilización

Durante esta etapa, el equipo se ha estabilizado y se ha vuelto muy eficaz en sus operaciones diarias. El equipo está funcionando bien, guiado por un líder autorizado y competente. Se avanza

en la asignación de más autoridad a los miembros del equipo para la toma de decisiones. Los procedimientos de trabajo (tales como cambios de turno) y sistemas de apoyo se han formalizado para asegurar que el equipo opera de forma eficaz.

Etapas 4: Rendimiento

El equipo está recibiendo cada vez más autoridad para tomar decisiones, respaldado por el aumento de las capacidades y madurez. La capacitación cruzada, las habilidades múltiples, el intercambio de conocimientos y la distribución de algunas responsabilidades de liderazgo a los miembros del equipo contribuyen al desarrollo del equipo en una unidad más autodirigida.

Etapas 5: Autodirección

El equipo está totalmente autodirigido y ha tenido acceso a la información que respalda esa madurez. Todas las tareas de liderazgo son compartidas por los miembros del equipo y tienen un contrato de desempeño muy claro con la gerencia. Para apoyar su propio desempeño superior, los miembros del equipo evalúan periódicamente su propio desempeño y el de sus compañeros.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo del estudio, se describe el procedimiento por utilizar para desarrollar la investigación y dar respuesta a la pregunta planteada. Cada apartado servirá de base para adquirir la información necesaria.

Enfoque

De acuerdo con (Solís, 2019), con el enfoque nos referimos a la naturaleza del estudio, la cual se clasifica como cuantitativa, cualitativa o mixta; y abarca el proceso investigativo en todas sus etapas: desde la definición del tema y el planteamiento del problema de investigación, hasta el desarrollo de la perspectiva teórica, la definición de la estrategia metodológica, y la recolección, análisis e interpretación de los datos.

El enfoque cuantitativo es de naturaleza objetiva, es decir, va de lo general (teorías) a lo particular (datos) y tiene como metas describir, explicar y poner a prueba teorías; el enfoque cualitativo, es el inverso del cuantitativo, el cual parte de lo particular a lo general y busca describir, comprender e interpretar fenómenos; y, por último, el enfoque mixto, es una combinación de características de ambos enfoques y da lugar a nuevas hipótesis o teorías, y utiliza datos numéricos o textuales para comprender de manera más completa un fenómeno, explica (Solís, 2019).

Para el desarrollo de la presente investigación se utiliza el enfoque cuantitativo, ya que se parte de aspectos teóricos para, posteriormente, comprobarlos de manera práctica. El proceso se orienta hacia la obtención y análisis de datos concretos y confiables para poder trabajar de manera objetiva de acuerdo con la información que se recopile de los procesos de las líneas o área en estudio y con ello encontrar la solución al problema o a los problemas detectados.

Alcance

Manifiestan (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, págs. 91-95) que, en los estudios cuantitativos, el alcance define los límites que se tendrán dentro de la investigación. Por ello, se clasifican de la siguiente manera:

1. Investigación exploratoria. Se emplean cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado o novedoso.
2. Investigación descriptiva. Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.

3. Investigación correlacional. Asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población.
4. Investigación explicativa. Pretenden establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian.

De acuerdo con su clasificación, el alcance que se determina en esta investigación es el explicativo, ya que se pretende explicar las causas de los problemas que se presentan en los procesos, su ocurrencia, en qué condiciones se muestra y a su vez, mediante la exploración, descripción y correlación, el alcance proporciona un mayor entendimiento al fenómeno en estudio.

Diseño

Al diseño, lo describen (Hernández et al, 2014) como el “plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento”. Cada diseño cuenta con características y la información que se obtiene depende del diseño que sea seleccionado. El experimental, hace referencia a la manipulación intencional de la variable en estudio; y el no experimental, se realiza sin la manipulación de variables y los fenómenos se observan en su ambiente natural. (pág. 128)

El diseño utilizado en la investigación corresponde al no experimental, dado que los datos necesarios se van a recolectar al observar los procesos en su ejecución habitual, y este, a su vez, pertenece al tipo transeccional, teniendo en cuenta que dichos datos se toman en un momento dado.

Muestra de la Investigación

“La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (Hernández et al, 2014, pág. 173). Para efectos de la investigación, las unidades de muestreo o análisis se relacionan con los procesos productivos, y se limitan a la línea de empaque de pollo en el turno diurno en la empresa Cargill.

Entre los tipos de muestra se encuentran la probabilística y no probabilística. La primera, requiere precisar el tamaño de la muestra y seleccionar unidades por medio de un marco muestral o procedimientos, y se clasifica en aleatoria simple, estratificada y por racimos. La segunda, no pretende que las unidades sean estadísticamente representativas de la población, mencionan (Hernández et al, 2014, pág. 171).

Se considera que la muestra probabilística es la indicada ya que interesa que la representación sea real, por lo tanto, todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos por medio de la selección aleatoria. A continuación, se presentan conceptos relacionados con la muestra y las fórmulas que se van a aplicar.

Cálculo del tamaño de la muestra

De acuerdo con (Hernández et al, 2014) para elaborar una muestra probabilística, se deben conocer los siguientes conceptos.

Tamaño del universo: “elementos que pertenecen a un conjunto definido en sus características”.

Muestra: “es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos”.

Error máximo aceptable: “se refiere a un porcentaje de error potencial que admitimos como tolerancia de que nuestra muestra no sea representativa de la población (de equivocarnos). Los más comunes son 1 y 5% (uno implica tolerar muy poco error, 1 en 100, por así decirlo; mientras que 5% es aceptar en 100 cinco posibilidades de equivocarnos)”.

Porcentaje estimado de la muestra: “es la probabilidad de ocurrencia del fenómeno (representatividad de la muestra o no representatividad, la cual se estima sobre marcos de muestreo previos o se define. La certeza total siempre es igual a uno, las posibilidades a partir de esto son “p” de que sí ocurra y “q” de que no ocurra ($p + q = 1$). Cuando no tenemos marcos de muestreo previos, usamos un porcentaje estimado de 50%”.

Nivel deseado de confianza: “es el complemento del error máximo aceptable (porcentaje de “acertar en la representatividad de la muestra”). Si el error elegido fue de 5%, el nivel deseado de confianza será de 95%”.

Fórmulas

Fórmula para el cálculo de la población finita.

$$n = \frac{Z^2 p * q N}{e^2 (N - 1) + Z^2 p * q}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra.

N: población o universo.

Z: nivel de confianza.

p: probabilidad a favor.

q: probabilidad en contra.

e: error muestral.

Al coordinar las visitas a la planta de producción con el personal de Operaciones, se procederá a ingresar a la planta para tomar los datos necesarios y observar los procesos correspondientes a las líneas del área en estudio. Una vez calculadas las muestras necesarias, se aplicarán las hojas de recolección diseñadas para iniciar el debido proceso de toma de datos provenientes de los operarios, líderes y supervisores, y lograr completar las demás herramientas a utilizar durante el desarrollo de la investigación.

Todos los datos e información recolectada mediante cada uno de los instrumentos que se presentan más adelante en la tabla de instrumentos permitirán contar con una base completa y objetiva para realizar el análisis necesario y tomar decisiones para la propuesta de mejora.

Variables o Unidades de Análisis

En la Tabla 7, se presentan las variables o unidades de análisis de acuerdo con los objetivos planteados.

Tabla 7. Variables.

Objetivo específico	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Describir los procesos de las líneas de producción para determinar la capacidad de producción.	Capacidad de producción.	Volumen de productos que puede generar una planta o empresa de manufactura en un período determinado, utilizando los recursos existentes actuales. (Lifeder, 2018)	Capacidad horas-hombre/tiempo de fabricación	Estudio de tiempos.
Medir las variables que alteran los procesos para cuantificar el impacto sobre la producción.	Mudas.	Significa despilfarro, desperdicio; es decir, cualquier actividad en un proceso que consume recursos y que no agrega valor al producto o servicio. (Ingrande, 2018)	Cantidad de producto perdido/producción mensual	Hojas de observación y herramientas de ingeniería industrial.
Analizar las causas detectadas para establecer las oportunidades de mejora.	Retrasos.	Actividad que interfiere o disminuye la capacidad de producción y como consecuencia aumenta el tiempo que se requiere para completar un proceso. (Silva, 2018)	Número de horas trabajadas/número de horas planificadas	Informes, reportes y entrevistas.
Desarrollar un sistema que evite la aparición de mudas para estabilizar los procesos.	Estabilidad de los procesos.	Los procesos cumplen con la promesa comprometida, ya sea con el cliente o usuario, y con el objetivo para el cual fue creado, evitando la aparición de variaciones. (Aiteco, 2016)	Producción lograda/producción planeada	Reportes.
Controlar los procesos de las líneas mediante documentación para asegurar su cumplimiento.	Documentación.	Una documentación de proceso resume los pasos necesarios para completar una función conformada por tareas y actividades. Se debe reflejar el cómo de la implementación. (Polo, 2020)	Cantidad de procesos documentados/cantidad de procesos previstos	Manuales o guías de procedimientos.

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Instrumentos

Seguidamente, en la Tabla 8, se presentan las herramientas que se seleccionaron para recolectar la información y se menciona su utilidad con respecto del tema en estudio.

Tabla 8. Instrumentos.

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos	Beneficios esperados
Capacidad horas-hombre/tiempo de fabricación	Estudio de tiempos.	Se necesita un cronómetro y hojas de recolección de datos, además, el uso de un sistema informático para su registro e interpretación.	Producir los productos de acuerdo con la capacidad real de producción para cumplir con la demanda.
Cantidad de producto perdido/producción mensual	Hojas de observación y herramientas de ingeniería industrial.	Se requieren hojas para la recolección de datos y diferentes herramientas para su determinación.	Se espera mejorar los costos y lograr ser más competitivos dando eficacia al proceso productivo.
Número de horas trabajadas/número de horas planificadas	Informes, reportes y entrevistas.	Precisa obtener información mediante informes y entrevistas dirigidas a los operarios y jefe de planta.	Evitar los tiempos de parada no deseados para aumentar la producción y disminuir los costos asociados.
Producción lograda/producción planeada	Reportes.	Recolectar información a través de informes o registros llevados a cabo por el jefe o supervisores de planta.	Reducir los desperdicios, mejorar los procedimientos de trabajo y asegurar la calidad del producto.
Cantidad de procesos documentados/cantidad de procesos previstos	Manuales o guías de procedimientos.	Se requiere acceso a la documentación o registros relacionados con los diferentes procesos del área en estudio.	La documentación permitirá darles continuidad a los procesos, y es una oportunidad para analizar y realizar mejoras.

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Proceso para la Recolección de Datos

Para el proceso de recolección de datos, se hace contacto con las principales fuentes de información, siendo estos los líderes del área de producción y los respectivos operarios para obtener información relevante acerca del funcionamiento de la línea y de los procesos involucrados. A su vez, se utilizará la técnica de observación la cual es muy práctica y sirve para medir, analizar los procesos y considerar sus posibles acciones de mejora.

Con el fin de recolectar los datos de manera confiable y objetiva, se hará uso de instrumentos y herramientas que ayudarán a registrar la información. Para ello, se toma en cuenta la medición del trabajo mediante el estudio de tiempos y métodos, los cuales servirán para

establecer el tiempo estándar de ejecución, identificar el tiempo improductivo, movimientos innecesarios y los métodos que manejan.

Además, se utilizarán hojas de observación para registrar las actividades que se evalúen y se aplicarán entrevistas al personal y jefatura involucrada con los procesos para entender y conocerlos con mayor profundidad. A su vez, se consideran los diferentes informes que hayan realizado los supervisores y reportes de negocio como parte de la retroalimentación. Al contar con los datos e información necesaria, se procederá a prepararla mediante el uso de software como Minitab y la hoja de cálculo Excel, quienes permitirán clasificarlos en diagramas, tablas y gráficos para conseguir un análisis más completo y estructurado.

Método de Análisis

Como se mencionó en el apartado anterior, para llevar a cabo el proceso de análisis se utilizará Microsoft Excel y Minitab. Excel es un programa informático (hoja de cálculo) que permite trabajar con datos numéricos, realizar cálculos y, también, aplicar funciones más complejas como macros, utilizar funciones estadísticas y fórmulas automáticas. Este programa facilita el trabajo mediante un análisis más rápido de los datos y la generación de reportes con herramientas como gráficos y tablas numéricas; además, es uno de los programas más utilizados y funcionales para procesar información, explica (Raffino, 2018).

Minitab es un software que permite analizar los datos y ejecutar funciones estadísticas desde las básicas hasta las más complejas. Mediante la importación de datos, simplifica el trabajo de preparación y cuenta con gran capacidad estadística comprensiva y completa. En él se pueden realizar cálculos básicos, así como muestreos, realizar experimentos y obtener visualizaciones gráficas que muestran los resultados obtenidos. Una de las ventajas con las que se cuenta, es que las ilustraciones o diagramas se actualizan automáticamente conforme cambian los datos, menciona (Scientec, 2019).

Mediante el uso de los programas descritos, se pretende realizar un análisis estadístico con los datos recolectados provenientes de los procesos. Al ingresar estos datos al sistema y obtener los diagramas y gráficas que permitan identificar su comportamiento y evaluar posibles relaciones, se procederá a interpretar los resultados y, con ello, a valorar las posibilidades de mejora en cuanto a reducción o eliminación de desperdicios, costos, tiempos improductivos y movimientos

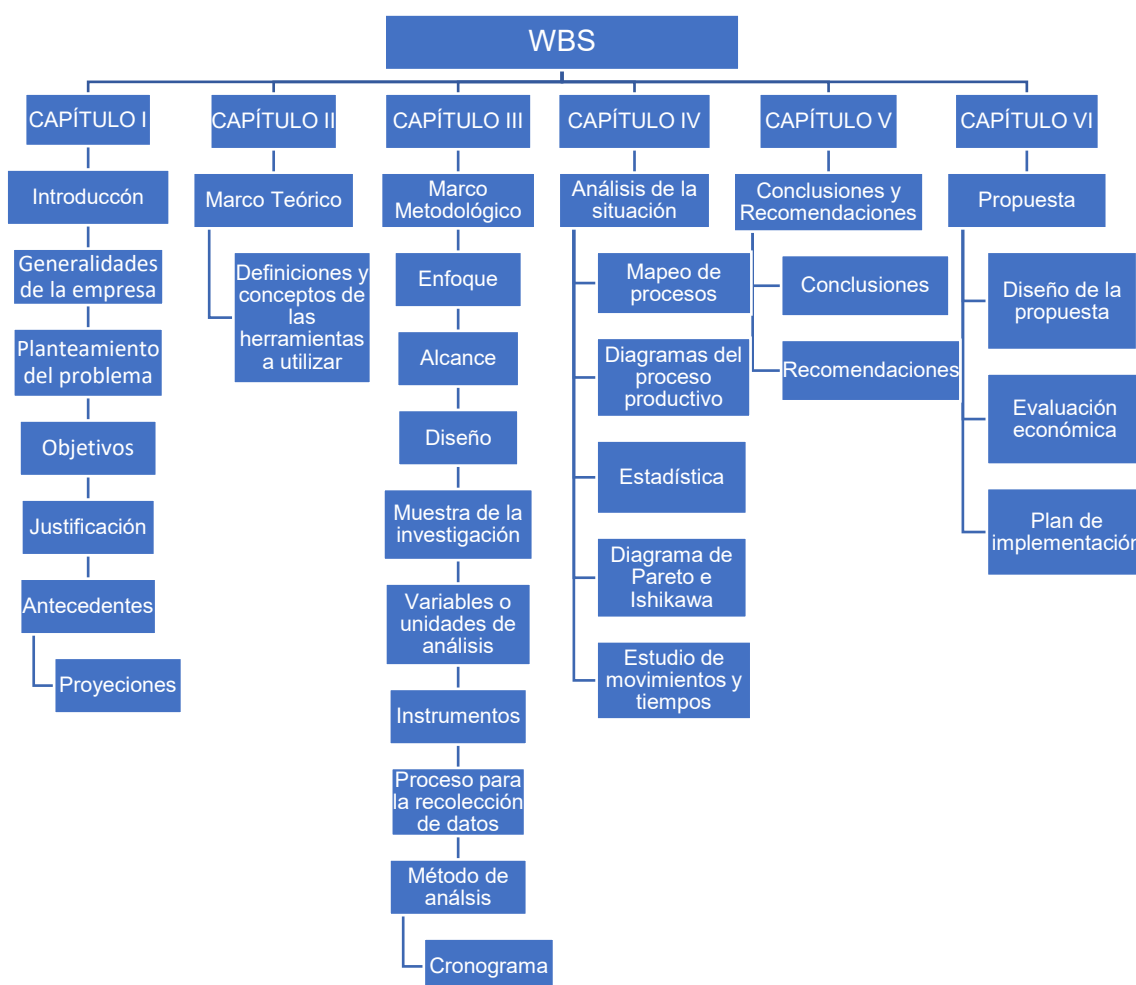
innecesarios, cambio de métodos de ejecución, entre otros; todo ello, con el fin de ejecutar el rediseño de procesos y alcanzar la estabilización de operaciones y aumento de la eficiencia.

Cronograma

A continuación, se presenta el cronograma de implementación del trabajo de investigación al desarrollar un WBS y un GANTT. En ellos se determinan las actividades con el fin de ejecutar el proyecto a tiempo y así poder alcanzar todos los objetivos establecidos.

En la Figura 16, se presenta el cronograma WBS.

Figura 16. Estructura de descomposición del trabajo (WBS).



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

El WBS muestra la estructura en la cual se descompone el proyecto, el cual abarca desde el capítulo I hasta el capítulo VI, y se subdivide en sus diferentes apartados con el fin de comprender de manera más sencilla su composición.

A continuación, en la Figura 17, se presenta el diagrama GANTT.

Figura 17. Diagrama de GANTT.

GANTT. Cronograma de trabajo

Actividad	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12	Sem. 13	Sem. 14	Sem. 15	Sem. 16	Sem. 17	Sem. 18	Sem. 19	Sem. 20	Sem. 21	Sem. 22	Sem. 23	Sem. 24	Sem. 25	Sem. 26	
Formato de documento																											
Ficha de antecedentes																											
Estructura de Marco Teórico																											
Establecer Objetivos																											
Establecer variables																											
Capítulo I Introducción																											
Capítulo II Marco Metodológico																											
Capítulo III Marco Teórico																											
Correcciones																											
Capítulo IV Análisis de la Situación Actual																											
Capítulo V Conclusiones y recomendaciones																											
Capítulo IV Propuesta																											
Revisiones y correcciones finales																											

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

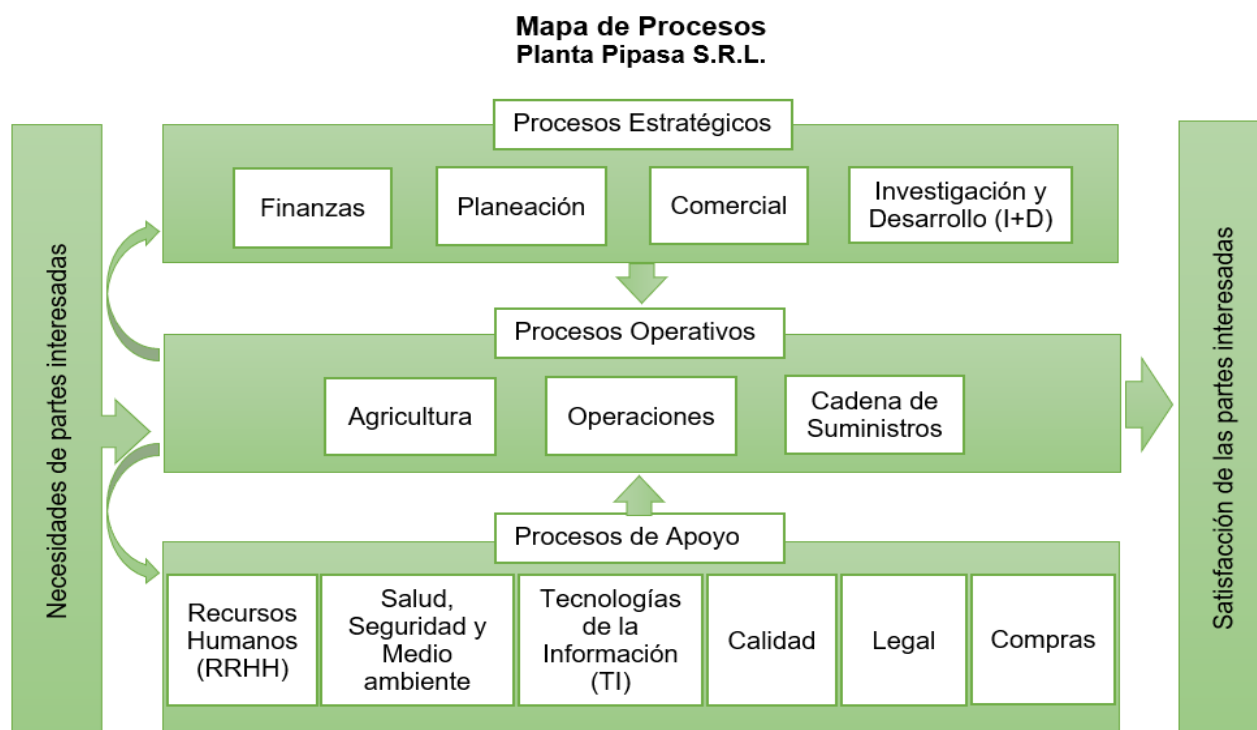
El diagrama de GANTT permite visualizar el proceso del desarrollo de la investigación en semanas, dicho cronograma considera el tiempo estimado en el cual se planea realizar cada apartado de cada capítulo por desarrollar, al cubrir un tiempo aproximado de 25 semanas.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN (DIAGNÓSTICO)

En el presente capítulo, se aplican herramientas y el análisis de resultados que permitan describir la realidad en la cual opera la empresa y, de tal forma, detectar los procesos potenciales de mejora que respondan al planteamiento de los objetivos del proyecto.

A continuación, en la Figura 18, se presenta el mapeo de procesos de la empresa.

Figura 18. Mapa de procesos de Pipasa S.R.L.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

El mapeo de procesos permite identificar los procesos y actividades con los que cuenta la organización, conocer cómo se relacionan entre sí y, con ello, establecer responsabilidades que permitan ejecutar las diferentes actividades del negocio de acuerdo con los objetivos estratégicos. Este, está conformado por los procesos estratégicos, operativos y de apoyo. A continuación, se describe cada uno de ellos y las áreas que lo integran.

Procesos Estratégicos. Dichos procesos se encargan de la formulación, comunicación, seguimiento y revisión de las estrategias establecidas por la empresa. Se conforman por las siguientes áreas:

1. **Finanzas.** Se ocupa de las responsabilidades económicas de la empresa, promover su desarrollo y crecimiento. Se asegura del registro de las operaciones contables y de datos financieros para la planificación y toma de decisiones, cumplimiento de sus obligaciones de negocio y gestión de los gastos e ingresos.
2. **Planeación.** Se encarga de decidir y planificar los recursos (mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo, entre otros) que la empresa necesita para las operaciones manufactureras y distribuir esos medios para lograr que se fabrique el producto deseado en las condiciones necesarias para satisfacer la demanda.
3. **Comercial.** Busca alcanzar la satisfacción de las necesidades de los clientes y consumidores, al ofrecer productos o servicios que estén más allá de sus expectativas a través del desarrollo de estrategias de ventas que ayuden a la empresa a posicionarse en un lugar rentable en el mercado.
4. **Investigación y Desarrollo (I+D).** Realiza investigaciones de tipo científico y técnico con el objetivo de desarrollar técnicas para obtener nuevos productos, materiales o procesos y, por medio de la innovación, lograr ventaja competitiva al aumentar la calidad del producto y las ventas.

Procesos Operativos. Son aquellos que transforman los insumos o entradas para obtener un producto o servicio final. Entre ellos se mencionan los siguientes:

1. **Agricultura.** Se encarga de la compra, procesamiento y distribución de cereales, semillas y otras materias primas a fabricantes de alimentos y sistemas de nutrición animal. También suministra productos y servicios directamente a agricultores y ganaderos.
2. **Operaciones.** También conocido como departamento de manufactura o producción. Su función radica en la transformación de los recursos disponibles en productos finales. Comprende la mano de obra, uso de materiales, instalaciones, herramientas y servicios, pruebas de calidad de productos y entrega de estos para su posterior comercialización o entrega directa al cliente.

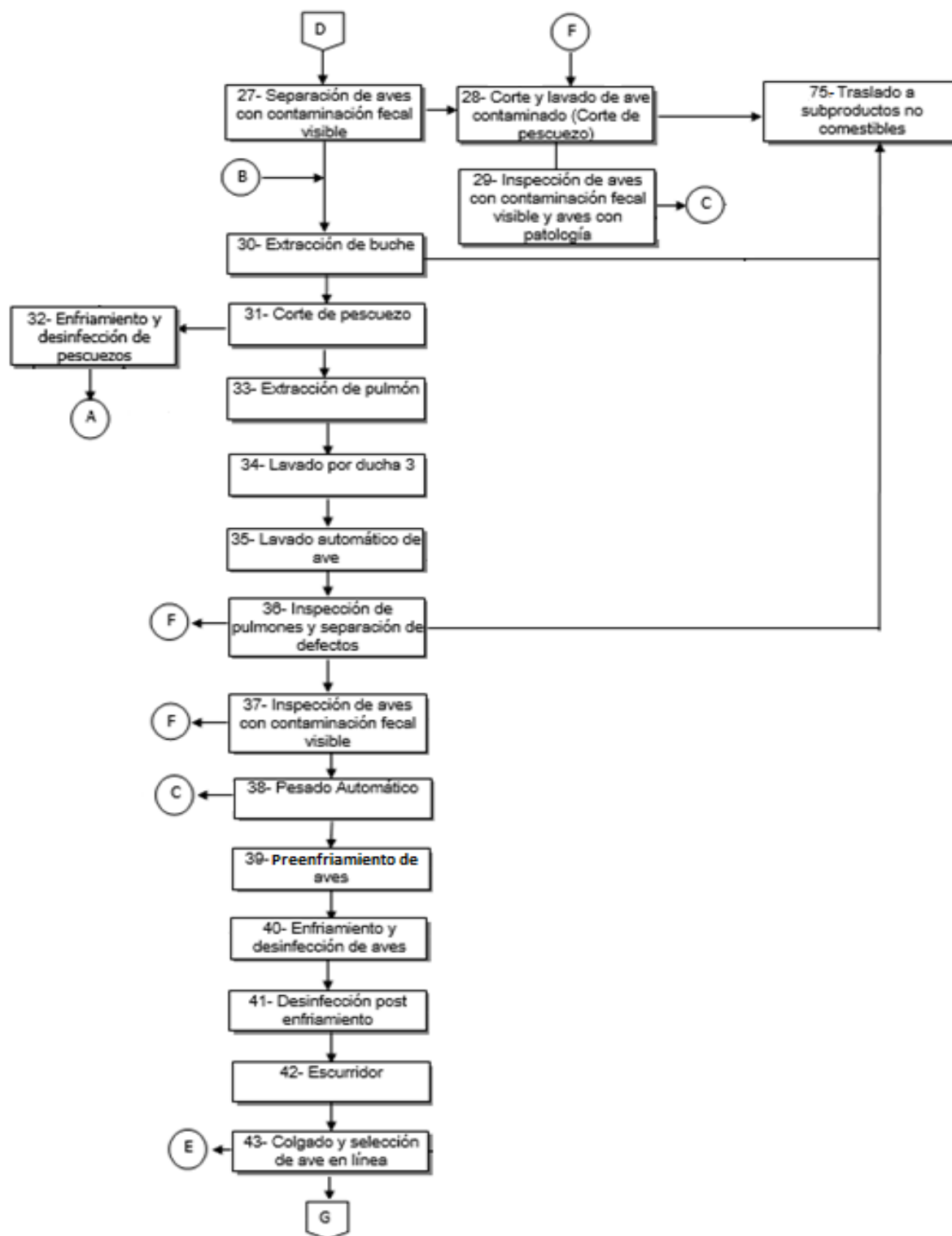
3. **Cadena de Suministros.** Se encarga de las actividades relacionadas con la transformación del producto, desde la materia prima hasta el consumidor final. Se concentra en cómo se consiguen y suministran las materias primas, cómo se convertirán en producto terminado y se asegura que dichos productos lleguen al consumidor a través de una red de distribución.

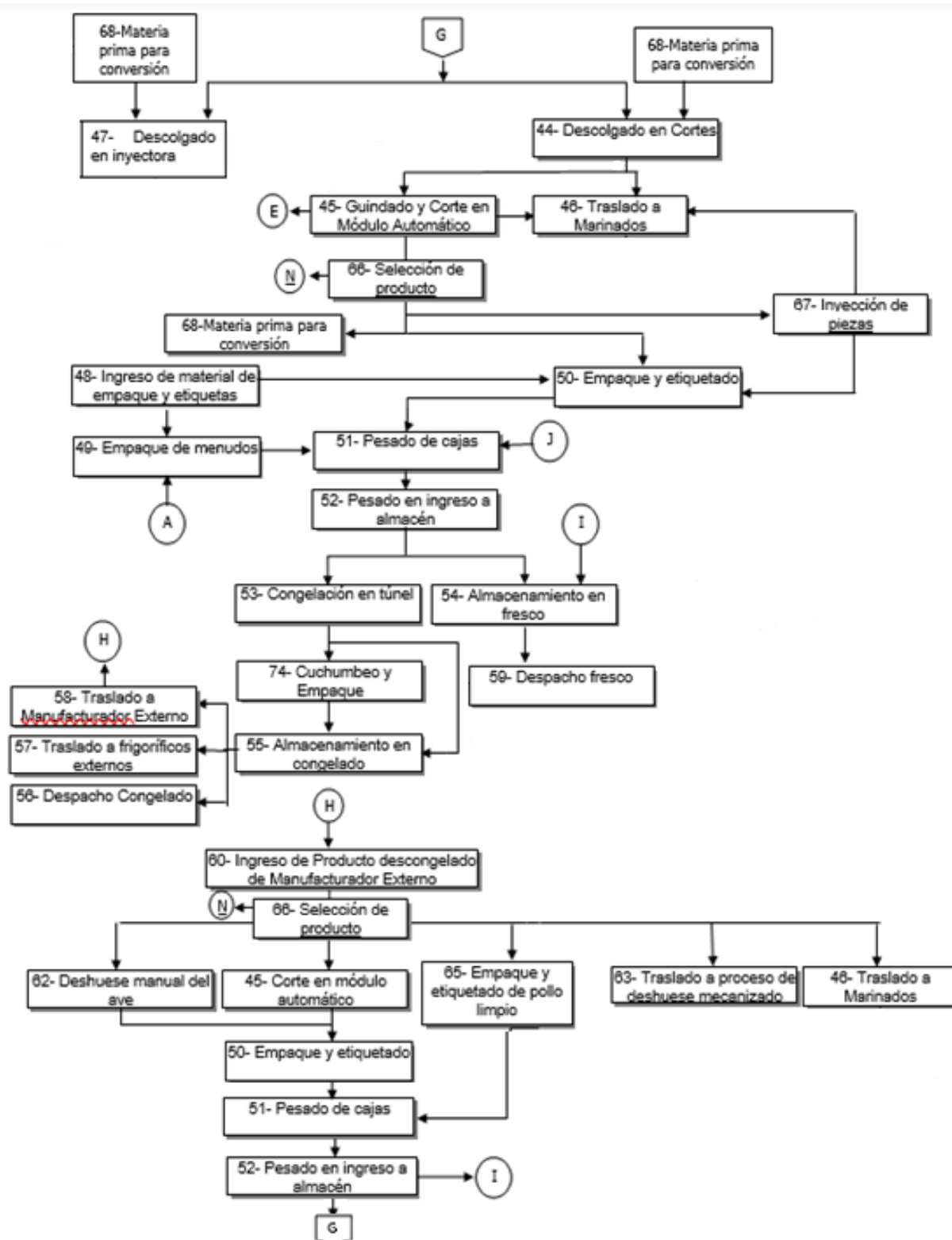
Procesos de Apoyo. Son los que proporcionan personas, recursos físicos y materiales para que el proceso operativo se puede llevar a cabo. Estos procesos están conformados por:

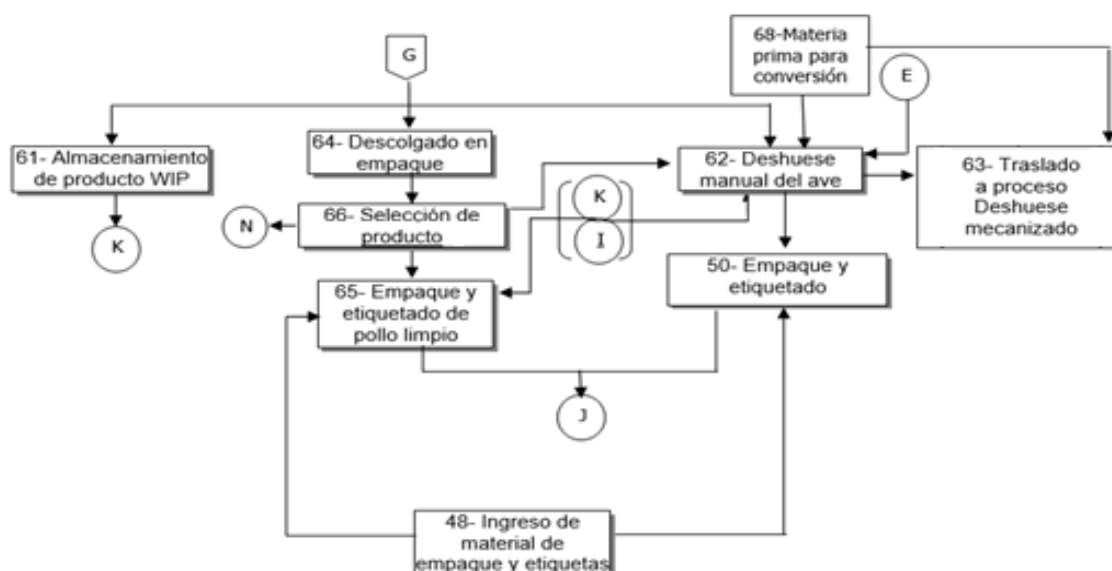
1. **Recursos Humanos (RRHH).** Gestiona de todo lo relativo a las personas que trabajan en la empresa. Tiene a cargo el reclutamiento y selección del personal, la capacitación, motivación y desarrollo profesional, así como también, el control del clima laboral y la gestión de la salida de colaboradores de la organización.
2. **Salud, Seguridad y Medio ambiente.** Busca desarrollar todas las actividades de negocio de manera tal que se proteja el medio ambiente, la salud y seguridad de todos sus asociados, contratistas, clientes y comunidades en donde opera, cumpliendo con las regulaciones y leyes del país con respecto al medio ambiente y, a su vez, con los requerimientos de salud ocupacional y seguridad.
3. **Tecnología de la Información (TI).** Este equipo de TI, entre otras funciones, se encarga de desarrollar, implementar y administrar los sistemas de información utilizados para el manejo de datos e información de toda la organización. Estos sistemas, a su vez, comprenden aplicaciones o software, y equipos o hardware.
4. **Calidad.** Controla y asegura la calidad e inocuidad de los productos finales a través de los procesos de producción al establecer normas o parámetros creados en función de generar el mayor índice de calidad y que se complementen con las políticas establecidas en la organización, esto, con el fin de ofrecer al cliente el mejor producto posible.
5. **Legal.** Atiende todo lo relativo a los asuntos legales o jurídicos que tienen que ver con la compañía. Se encarga de la elaboración de normas y controles junto con la dirección administrativa para el buen funcionamiento de la empresa, la representación legal ante conflictos o litigios, juicios y negocios.

6. **Compras.** Es responsable de la adquisición de bienes y servicios necesarios para que el negocio pueda producir de manera eficiente. Se ocupa de establecer y mantener buenas relaciones con los proveedores y abastecer a las áreas de la empresa de la manera más económica posible, dentro de los estándares aceptables de calidad y servicio.

Seguidamente, se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción de pollos en la planta San Rafael.







Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

A continuación, se muestra la nomenclatura de letras utilizadas en el diagrama de flujo.

Tabla 9. Nomenclatura de diagrama de flujo del proceso de producción de pollo.

Letra	Nomenclatura
A	Menudos enfriados
B	Pollo reprocesado por patología que se puede volver a guindar
C	Pollo reprocesado por patología que no se puede volver a guindar
D	Salto de página
E	Pollo Clase B
F	Pollo reprocesado por contaminación fecal
G	Salto de página
H	Producto proveniente de Manufacturador Externo
I	Producto descongelado
J	Salto de etapa
K	Producto en proceso (WIP)
L	Salto de etapa
M	Pollo decomisado por patología
N	Producto para elaboración de subproductos no comestibles

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

A continuación, se describe cada una de las actividades del diagrama de flujo.

1. **Recepción de ave en pie y almacenamiento.** Las aves se transportan en jabas en camiones y se reciben en planta. Alcanzan entre 6 y 12 aves por jaba dependiendo del peso promedio del ave.
2. **Alimentación de banda y colgado en línea.** Las aves en las jabas se alimentan a la línea de colgado por una banda transportadora, el ave se debe de colgar en los ganchos tomándolos con ambas manos por los muslos.
3. **Aturdido.** Las aves reciben una descarga eléctrica que oscila entre 35-60 voltios en el caso del pollo y 50-90 voltios en el caso de la gallina.
4. **Degollado.** El degolle se realiza por medio de una incisión automática (disco de corte), inmediatamente después que el ave ha sido aturdida.
5. **Desangre.** Después del degolle del ave, este se desangra en el túnel por un tiempo de 90 a 180 segundos.
6. **Corte de cabeza.** Se procede a desprender la cabeza por tracción. Es enviada a desecho por medio de un caño.
7. **Escaldado.** Las aves se sumergen en agua caliente a una temperatura que oscila entre 53° C y 65° C, por alrededor de 2 y 3 minutos.
8. **Desplume.** Seguidamente, el ave se despluma de forma mecánica, por medio de dedos de goma.
9. **Corte de patas.** Se procede a cortar con sierra estática las patas.
10. **Escaldado y pelado de patas.** Se procede a escaldar las patas y a pelarlas mecánicamente con dedos de goma. Luego, son enviadas al enfriador por medio de una banda transportadora.
11. **Enfriamiento y desinfección de patas.** Inmersión de las patas en una disolución de agua y cloro. El agua clorada se mantiene a una temperatura máxima de 2.0°C.
12. **Módulo de transferencia.** Se trasladan las aves a la línea de eviscerado.
13. **Banda de guindado de aves caídas.** El ave que se ha caído durante la transferencia de Desplume a Evisceración debe colgarse de nuevo en esta etapa de manera manual por operarios.
14. **Descloaque.** Se retira la cloaca mecánicamente por medio del módulo.

15. **Corte abdominal.** Se realiza una abertura abdominal por medio de un módulo automático.
16. **Eviscerado.** Se realiza la extracción de vísceras mecánicamente, mediante un módulo automático.
17. **Lavado por ducha 1.** El ave se lava por medio de una ducha con concentración de cloro.
18. **Extracción manual de vísceras no extraídas por módulo.** Las vísceras se separan manualmente en la línea, se separan las vísceras comestibles de las no comestibles.
19. **Guindado manual de hígado y corazón.** Se guindan manualmente los hígados y corazón en la línea, de manera que se separen del resto del paquete y se cortan por medio de una sierra al final de la banda.
20. **Abertura de la molleja y separación de vísceras no comestibles.** Las mollejas ingresan a una máquina que las abre y en donde inicia su lavado mecánico.
21. **Lavado y pelado manual de la molleja.** Las mollejas se lavan manualmente con una concentración de cloro, se pelan y se separa la cutícula, luego se envían al enfriador correspondiente.
22. **Enfriamiento y desinfección de mollejas.** Inmersión de las mollejas en una disolución de agua y cloro. El agua clorada se mantiene a una temperatura máxima de 2.0°C.
23. **Enfriamiento y desinfección de hígados y corazón.** Inmersión de los hígados en una disolución de agua y cloro. El agua clorada se mantiene a una temperatura máxima de 2.0°C.
24. **Inspección de patologías.** Esta separación de pollo con patologías y traumas severos la realizan los inspectores oficiales del MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). El ave sin problemas continúa en la línea; en caso de problemas se retira y se evalúa para decidir si se reprocesa o se decomisa.
25. **Lavado por ducha 2.** El ave se lava por medio de una ducha en una concentración de cloro.
26. **Corte y lavado de aves con patologías.** Al ave que ha sido decomisado por patología se le corta la parte afectada y se lava con una concentración de cloro. El ave que tiene contaminación fecal se separa y se introduce en la etapa 28. El que tiene los dos muslos y se puede guindar se introduce anterior a la etapa 30. Si el ave no se puede guindar

- debe ser inspeccionado etapa 29 para luego pesar en la romana de piso e introducirse nuevamente al proceso en la etapa 38. En el caso de las aves que contengan los dos muslos no se realiza corte de pescuezo.
27. **Separación de aves con contaminación fecal visible.** El ave sin problemas continúa en la línea y el ave contaminada se pasa a la línea de reproceso.
 28. **Corte y lavado de ave contaminado/corte de pescuezo.** El ave retirada de la línea por contaminación fecal visible es llevada a la estación de reproceso donde es mutilada la parte contaminada, lavado y desinfectado con agua clorada. En el caso de contaminación fecal en la cavidad de la pechuga se debe decomisar completamente. Se debe eliminar el pescuezo de las aves que son llevadas a la línea de reproceso. En el caso de las aves que contengan los dos muslos no se realiza corte de pescuezo.
 29. **Inspección de aves con contaminación fecal visible y aves con patología.** Las aves lavadas luego de la estación de reproceso se inspeccionan para corroborar la eficacia de la operación de corte y lavado. El ave que tiene los dos muslos y se puede guindar se introduce anterior a la etapa 30.
 30. **Extracción de buche.** La extracción se realiza en el módulo de buche, por medio de un tornillo sin fin se remueve el buche para evitar una posible contaminación.
 31. **Corte de pescuezo.** El corte de pescuezo se realiza por medio de módulo automático, posteriormente se envía al enfriador correspondiente.
 32. **Enfriamiento y desinfección de pescuezos.** Inmersión de los pescuezos en una disolución de agua y cloro. El agua clorada se mantiene a una temperatura máxima de 2.0°C.
 33. **Extracción de pulmón.** Se retira por medio de un módulo con bomba de vacío las vísceras que puedan permanecer en la cavidad de la pechuga.
 34. **Lavado por ducha 3.** El ave se lava por medio de una ducha en una concentración de cloro.
 35. **Lavado automático de ave.** El ave se lava con boquillas a presión antes de las inspecciones finales en una concentración de cloro.
 36. **Inspección de pulmones y separación de defectos.** Hay una última inspección visual del ave con vísceras y defectos. Las aves con defectos se bajan de la línea.

37. **Inspección de aves con contaminación fecal visible.** Separación de aves con contaminación fecal visible. El ave sin problemas continúa en la línea; en caso de contaminación se retira y se evalúa para decidir si se reprocesa o se decomisa. El ave retirada de la línea por contaminación fecal visible es llevada a la estación de reproceso donde es mutilada la parte contaminada, lavado y desinfectado con agua clorada. En el caso de contaminación fecal en la cavidad de la pechuga del ave se debe decomisar completamente. El ave que tiene los dos muslos y se puede guindar se introduce antes de la etapa 30.
38. **Pesado automático.** Descolgado de las aves en sistema de pesado previo al ingreso a etapa de enfriamiento.
39. **Preenfriamiento de aves.** Inmersión del ave en una disolución de agua y cloro, por un lapso de 30- 35 minutos.
40. **Enfriamiento y desinfección de aves.** Inmersión del ave en una disolución de agua y cloro, por un lapso de 75- 85 minutos.
41. **Desinfección post enfriamiento.** Toda el ave pasa por una inmersión de ácido peracético, con el fin de reducir los patógenos y de dar más vida útil al producto.
42. **Escurredor.** El ave se escurre por medio de una tolva circular que elimina el exceso de agua posterior al enfriamiento.
43. **Colgado y selección de ave en línea.** Se coloca el ave en los ganchos para su transporte al área de proceso respectivo para su procesamiento.
44. **Descolgado en Cortes.** El ave es descolgada automáticamente en el departamento de Cortes haciendo uso del sistema de pesaje automático, de acuerdo con la programación que se haya realizado.
45. **Guindado y corte en módulo automático.** El ave se guinda nuevamente en la línea del módulo automático y es cortado en alas, pechuga y muslos.
46. **Traslado a marinados.** El producto se traslada en cajas plásticas al departamento de marinados para su procesamiento.
47. **Descolgado en inyectora.** El ave es descolgada automáticamente en el departamento de Marinados haciendo uso del sistema de pesaje automático, de acuerdo con la programación que se haya realizado.

48. **Ingreso de material de empaque y etiquetas.** El material de empaque y las etiquetas ingresan en la bodega materiales de empaque.
49. **Empaque de menudos.** El empaque de los menudos se realiza en bolsas plásticas etiquetadas o bandejas, según sea el caso, y se coloca en cajas plásticas identificadas según color de colilla.
50. **Empaque y etiquetado.** El empaque de los productos se realiza en bolsas plásticas previamente etiquetadas con la información correspondiente, según el peso y se coloca en cajas plásticas identificadas según color de colilla.
51. **Pesado de cajas.** Las cajas plásticas que contienen el producto ya empackado son pesadas en las estaciones e identificadas de manera individual.
52. **Pesaje en ingreso a almacén.** El producto terminado se pesa antes de ingresar al almacenamiento fresco o congelado para el control del inventario.
53. **Congelación en túnel.** El producto se congela en túneles hasta alcanzar una temperatura mínima de -18°C .
54. **Almacenamiento fresco.** El producto fresco se mantiene a una temperatura menor o igual a $4,4^{\circ}\text{C}$ a las 4 horas de permanecer en el almacén. Al producto se le coloca el código y la hora de entrada al almacén.
55. **Almacenamiento en congelado.** El producto congelado se almacena dentro de los túneles de congelación de manera temporal mientras se espera el proceso de despacho, ya una vez congelado.
56. **Despacho congelado.** El producto se despacha de acuerdo con las necesidades y los pedidos de los clientes.
57. **Traslado a frigoríficos externos.** El producto que se congela se traslada por medio de camiones a -18°C hasta el frigorífico donde será almacenado.
58. **Traslado a fabricantes externos.** El producto congelado se traslada por medio de camiones limpios a -18°C hasta el fabricante donde será descongelado y posteriormente enviado a la planta.
59. **Despacho fresco.** El producto se despacha de acuerdo con las necesidades y los pedidos de los clientes.
60. **Ingreso de producto descongelado de fabricante externo.** El producto es descongelado en un fabricante externo.

61. **Almacenamiento de Producto WIP (producto en proceso).** El producto que no va a ser procesado inmediatamente se almacena a temperaturas de refrigeración hasta que sea el momento de su procesamiento en cualquier de las etapas del proceso.
62. **Deshuese manual del ave.** Por medio de cuchillos que se desinfectan cada dos horas en esterilizadores, se deshuesa el ave en una banda por medio de un proceso continuo.
63. **Traslado a proceso de deshuese mecanizado.** El producto descongelado que no se requiere para cortes o deshuese se destina a deshuese mecanizado.
64. **Descolgado en empaque.** El ave es descolgada automáticamente en el departamento de Empaque haciendo uso del sistema de pesaje automático, de acuerdo con la programación que se haya realizado.
65. **Empaque y etiquetado de pollo limpio.** El empaque de los productos se realiza en bolsas plásticas etiquetadas, según el peso y se coloca en cajas plásticas identificadas según color de colilla.
66. **Selección de producto.** La selección se realiza de forma visual, separando del proceso el producto que no se pueda empacar por incumplimiento en la especificación.
67. **Inyección de piezas.** Se introducen las piezas (producto deshuesado o con hueso) en la máquina inyectora, donde a través de agujas son inyectadas con salmuera.
68. **Materia prima para conversión.** Producto terminado que puede convertirse en un nuevo producto.
69. **Descloaque/pistoleo.** El descloaque en la gallina se puede hacer por medio de un módulo automático, pistola operada manualmente, con un cuchillo o combinación de ambos métodos.
70. **Corte manual de abdomen.** Por medio de un cuchillo se abre el espacio en la cavidad abdominal para poder hacer la extracción de vísceras.
71. **Extracción manual de huevos de gallina.** De forma manual, operarios de proceso extraen los huesos de la cavidad abdominal de la gallina previa a la extracción de vísceras y se depositan en la canoa de la línea.
72. **Empaque de gallina.** Después del proceso de enfriamiento de la gallina la misma se deposita en cajas plásticas cubiertas de bolsas plásticas.
73. **Traslado a deshuese.** Las cajas plásticas son trasladadas al departamento de Deshuese para remover la carne de la gallina del hueso.

74. **Cuchumbeo y empaque.** Acción de volcar las cajas plásticas con el producto congelado sobre una mesa metálica para desprender el producto y posteriormente empacar en sacos.
75. **Traslado a subproductos no comestibles.** Vísceras no comestibles o producto no conforme se traslada por medio de tuberías o estañones al área de Render para ser utilizado para producción de harina.

Ahora, al haber descrito mediante el diagrama de flujo el proceso de producción de aves, es importante mencionar que, por el tipo de proceso productivo que se desarrolla en Planta Pipasa S.R.L., es preciso trabajar con un sistema de inocuidad alimentaria para lograr identificar los peligros inherentes al proceso de producción de los alimentos, el cual inicia desde el momento en que se recibe la materia prima en las instalaciones y finaliza con el despacho del producto final.

Con el fin de velar por la seguridad de los consumidores y garantizar la inocuidad de los alimentos en cualquiera de las etapas del proceso, las empresas de industria alimentaria cuentan con un sistema HACCP (sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control) basado en la ISO 22000: Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos (SGIA). Este sistema es supervisado por una comisión conformada por un equipo multidisciplinario (gerencia, superintendentes de producción, calidad, mantenimiento, supervisor de inocuidad e investigación y desarrollo), quienes se encarga de velar por el cumplimiento de la normativa y evaluar la efectividad del sistema.

El análisis de peligros, para efecto de aclarar el concepto, se describe como el proceso de recopilación y evaluación de información sobre peligros y condiciones que lo originan, con el fin de determinar cuáles son importantes para el aseguramiento de la inocuidad; y el punto crítico de control (PCC), es cualquier paso o actividad del proceso donde se requiere la aplicación de un control para prevenir, reducir a un nivel aceptable o eliminar un riesgo contra la seguridad alimentaria. (Cargill, 2020)

Los PCC que han sido determinados dentro del proceso de producción en la planta son, respectivamente: contaminación fecal visible, temperatura del ave a la salida del tanque de enfriamiento, el enfriamiento de los menudos a la salida de los tanques de enfriamiento y, por último, el enfriamiento del producto fresco en cámaras de almacén.

Estos cuatro PCC pasan por una etapa de monitoreo y verificación. En ambas etapas, se describe qué se monitorea/verifica, cómo se monitorea/verifica, quién es el encargado de realizar el monitoreo/verificación y cuál es la frecuencia del monitoreo/verificación.

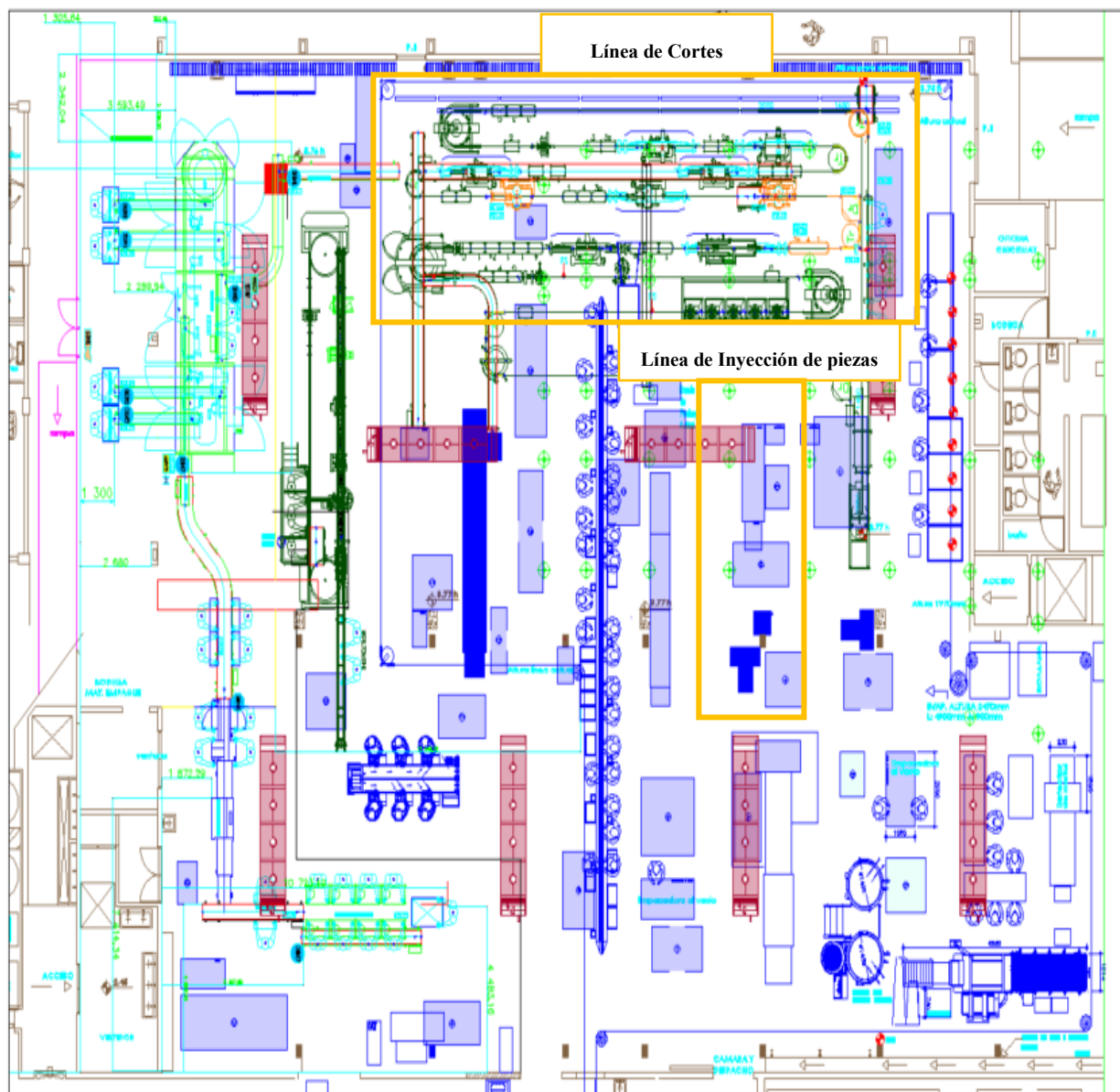
1. En el PCC1. Contaminación fecal visible, se valida por medio de un muestreo aleatorio que no haya contaminación en 10 aves antes de su ingreso al tanque de enfriamiento.
2. En el PCC2. Temperatura del ave a la salida del tanque de enfriamiento, se mide mediante el muestreo la temperatura de 10 aves a la salida del tanque de enfriamiento.
3. En el PCC3. Enfriamiento de los menudos a la salida de los tanques de enfriamiento, se monitorea la temperatura de 10 vísceras a la salida de cada uno de los cuatro tanques de enfriamiento.
4. En el PCC4. Enfriamiento del producto fresco en cámaras de almacén, se monitorea la temperatura de los productos que tengan 4 horas de haber ingresado al almacén, haciendo uso del plan de muestreo establecido.

Además, cabe mencionar que, como medida general y por motivos de higiene y seguridad tanto para los alimentos como para el personal de producción que lo manipula, se debe cumplir con el protocolo de vestimenta dentro de las instalaciones de la planta para evitar algún tipo de contaminación cruzada (sucede cuando los alimentos entran en contacto con alguna sustancia o elemento ajeno y nocivo para la salud). Por ello, es indispensable realizar el lavado de botas, limpieza del casco, lavado y desinfección de manos, y cumplir con el uso completo del EPP (equipo de protección personal).

Al conocer el proceso general de producción, se procede a definir el área de enfoque del proyecto, el cual se desarrolla específicamente en el área de Cortes y considera dos líneas de producción: la línea de cortes y la línea de inyección de piezas.

Con el objetivo de brindar una referencia espacial sobre la distribución de la planta en cuanto al área de Cortes, se presenta el plano de la planta Pipasa San Rafael en la siguiente figura.

Figura 20. Plano de Planta Pipasa S.R.L.



Nota: (Cargill, 2020).

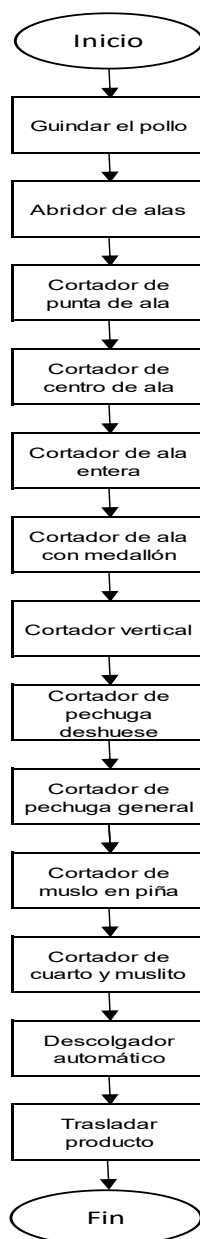
En la Figura 20. Plano de Planta Pipasa S.R.L., se señala el área de Cortes y las respectivas líneas en estudio: línea de Cortes y línea de Inyección de piezas. El plano corresponde a la sección de la planta llamada Proceso Secundario, lugar en donde se lleva a cabo todo el proceso de transformación del pollo una vez que se encuentra totalmente limpio (pollo sin plumas, extremidades ni vísceras).

Para efecto de crear una secuencia ordenada en el documento y siguiendo el flujo del proceso de producción, se inicia con el estudio de la línea de Cortes.

Línea de Cortes

En el siguiente diagrama, se muestran las operaciones de dicha línea y se representa gráficamente el “cómo” se hace.

Figura 21. Diagrama de procesos de la línea de Cortes.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Las aves son guindadas en ganchos por operarios que se encuentran en la banda de guindado del departamento de Cortes, y estas son transportadas por un sistema de transportador automático aéreo. Este sistema permite que las aves pasen a través de cada uno de los módulos de corte y logren separar al ave de acuerdo con su función.

El ave pasa en primer lugar por el módulo abridor de alas, este es un soporte que se encarga de separar las alas del cuerpo del ave para que queden liberadas y pasen adecuadamente en el siguiente módulo, el cortador de punta de ala, que como su nombre lo indica, aquí se corta únicamente la punta del ala del pollo y, seguidamente, se dirige al cortador de centro de ala. Luego, al cortador de ala entera y, por último, al cortador de ala con medallón. Estos últimos cuatro módulos mencionados se encargan de separar el ala en cuatro partes, según el pedido.

El resto del ave continúa su paso por los demás módulos: se dirige al módulo vertical, el cual divide el cuerpo del ave en dos mitades y se dirige hacia el cortador de pechuga de deshuese y de pechuga general, según necesidad. Continúa su paso por el cortador de muslo en piña (pieza entera de muslo) y finalmente, se separa ese muslo en corte de cuarto y muslito.

Cada módulo de corte cuenta con un embudo en la parte inferior y por ellos se deslizan las piezas cortadas hasta caer en cajones de almacenamiento. En cuanto estos se llenan, el asociado que opera la línea se encarga de cerrar la bolsa que contiene el producto y transportarlo hacia las áreas que lo requieran para ser empacado, inyectado, deshuesado o almacenado en WIP Cooler (cuartos de almacenamiento de producto en proceso).

Una vez que se conoce el flujo de operación de la línea de cortes, se procede a crear la línea base. En el Sistema de Operaciones Estables, la línea base se describe como los datos de referencia contra los cuales se va a medir los efectos de las acciones de mejora. Para poder utilizar los datos como línea base y poder determinar la capacidad del proceso, se debe cumplir con las siguientes condiciones: el periodo de la operación debe ser representativo, no debe existir una tendencia positiva o negativa de los datos y la exactitud y consistencia de los datos es adecuada.

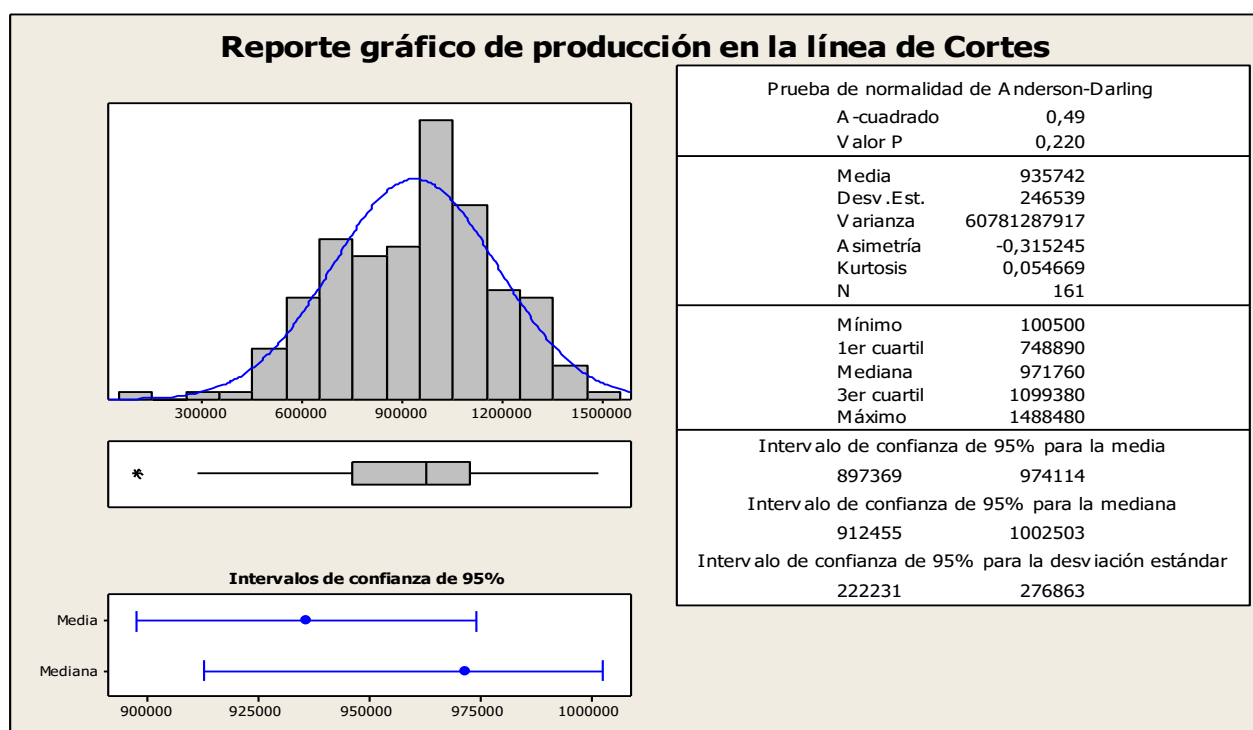
La capacidad del proceso es una medida del desempeño del proceso y este expresa la capacidad de un proceso para alcanzar un valor objetivo de manera precisa y confiable. En todo proceso existe un grado de variación y en Operaciones Estables esa variación se mide diferente porque la salida no es normal, es decir, el resultado de la producción no es igual todos los días,

puesto que el proceso se ve afectado por días buenos y días malos. De tal modo, se utilizan los estadísticos Q1, Q3 y Factor de estabilidad para calcular la capacidad de cada línea de producción.

Q1 se define estadísticamente como cuartil 1 o percentil 25, Q3 se define estadísticamente como el cuartil 3 o percentil 75 y el factor de estabilidad (SF, por sus siglas en inglés) es la relación aritmética entre Q1 y Q3, es decir, $S.F.=Q1/Q3$. En otras palabras, se establece el nivel actual de desempeño de la línea de cortes considerando los parámetros cuartil 1 (Q1), cuartil 3 (Q3) y factor de estabilidad (S.F.) para obtener la capacidad de producción y la estabilidad de la línea.

Para el cálculo se utilizan datos históricos de producción que corresponden al año 2020, al abarcar los meses de enero hasta octubre, con respecto del turno diurno. A continuación, se presenta el reporte de estadística descriptiva para obtener los valores de Q1 y Q3.

Figura 22. Reporte gráfico de producción en la línea de Cortes.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

El sistema recomienda iniciar con la selección de una variante de proceso adecuada, esta define el tipo de proceso con la cual opera la planta. Las variantes son: proceso industrial continuo (usada cuando la salida o resultado del proceso es un flujo continuo) y proceso industrial por lotes (cuando la salida es discontinua con largos ciclos de producción y pocas salidas por día). Se procede

a seleccionar la variante de proceso industrial continuo para medir el nivel de desempeño, puesto que los resultados se pueden medir en unidades/día. El periodo de la línea base seleccionado es representativo, al abarcar un periodo de 10 meses de producción.

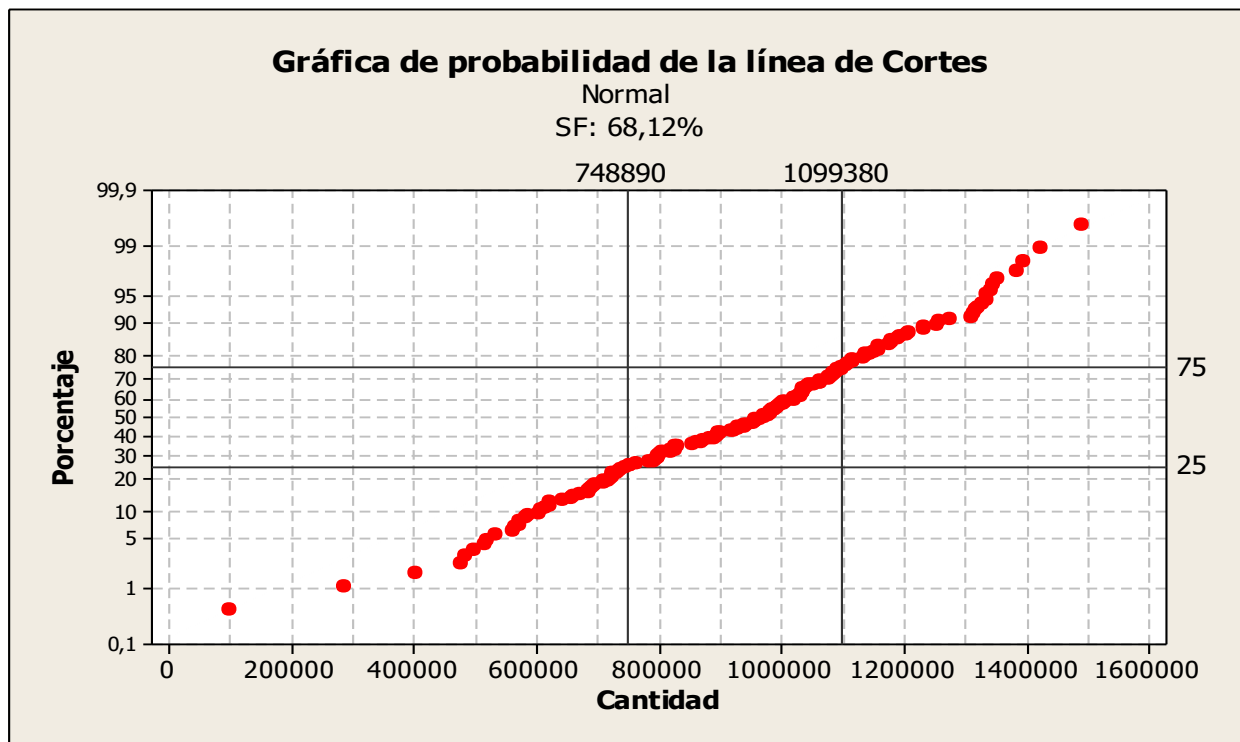
El estadístico Anderson-Darling mide qué tan bien siguen los datos una distribución. Con respecto a la curtosis, se observa que el valor obtenido es superior a cero, al resultar en datos concentrados cerca de la media y en una distribución normal.

La relación de los cuartiles Q1 a Q3 se mide para establecer la capacidad del proceso. Un proceso perfectamente estable equivale a $SF=1$ y cuanto menor es el factor de estabilidad, menos estable o capaz es el proceso. El tercer cuartil (Q3) se define en Operaciones Estables como la capacidad de la línea de producción. Es más alto que el promedio, pero se observa solo el 25 por ciento de las veces.

De acuerdo con el reporte gráfico de producción, se obtuvo un valor para Q1 de 748 890 aves/día, lo que significa que por debajo de este valor se encuentra aproximadamente un 25% de los datos. Para Q3, se obtuvo un valor de 1 099 380 aves/día, lo que explica que debajo de este valor quedan las tres cuartas partes (75%) de los datos. Ahora bien, con los resultados se calcula el factor de estabilidad que, dicho de otro modo, es la relación aritmética entre Q1 y Q3: el volumen de producción más bajo entre el volumen de producción más alto.

Por consiguiente, se procede a realizar el gráfico de probabilidad de la línea de Cortes.

Figura 23. Gráfica de probabilidad de la línea de Cortes.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Una vez que se han extraído los datos de referencia y se han mostrado como un gráfico, el verdadero nivel de variación es bastante evidente. La gráfica revela que los datos siguen una tendencia creciente según transcurre el tiempo. El factor de estabilidad obtenido resulta en un 68,12% cuando lo recomendable es que se trabaje con un valor superior al 90% de acuerdo con Operaciones Estables (la línea del gráfico debería tender a una posición vertical cuando se cuenta con mayor capacidad en la línea), por lo tanto, conviene identificar qué factores causan problemas en el proceso.

Con ese fin, se aplica la matriz de priorización para enlistar y asignar una ponderación y poder determinar cuál es el problema en el cual hay que enfocarse.

Tabla 10. Matriz de priorización.

Nota empresa	50	75	50	50	75		
Nota evaluador	25	75	25	25	75		
Criterio	Paros no programados	Variabilidad en el proceso	Horas extras	Consumo eléctrico	Mantenimiento	Sumatoria	Peso
Paros no programados		0,25	0,5	0,5	0,5	1,75	17,50%
Variabilidad en el proceso	0,75		0,75	0,75	0,75	3	30,00%
Horas extras	0,5	0,25		0	0,25	1	10,00%
Consumo eléctrico	0,5	0,25	1		0,25	2	20,00%
Mantenimiento	0,5	0,25	0,75	0,75		2,25	22,50%
Total	2,25	1	3	2	1,75	10	100,00%

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

En la Tabla 10 se expone la matriz de priorización con la cual se consigue priorizar las alternativas o problemas que se consideran más importantes en el proceso. La matriz indica que, mediante la puntuación obtenida, se clasifican los diferentes criterios y los que dan como resultado puntajes más altos son los considerados como viables.

Para llevar a cabo el cálculo del peso, es necesario aplicar una calificación y un razonamiento. La calificación consiste en asignar un valor de 1 si el criterio de la fila es mucho más importante que el criterio de la columna, un 0,75 si el criterio de la fila es más importante que el criterio de la columna, un peso de 0,50 si el criterio de la fila es igual de importante que el criterio de la columna, un 0,25 si el criterio de la fila es menos importante que el criterio de la columna y, por último, un valor de 0 si el criterio de la fila es mucho menos importante que el criterio de la columna.

Se observa en la matriz que, para la evaluación, se eligen cinco criterios o problemas identificados en el proceso: paros no programados, variabilidad en el proceso, horas extras, consumo eléctrico y mantenimiento. Como resultado, el peso más alto es asignado a la variabilidad en el proceso con un valor de 30%, por tanto, la utilización de la matriz permite reducir las opciones y resaltar aquella que se considera como la mejor por resolver y, de tal modo, enfocar el estudio y análisis en el problema más importante, siendo el problema la variabilidad, con el fin de entender sus causas y buscar una posible solución.

Luego de haber priorizado el problema, se calculan los datos de referencia para la creación del gráfico de Pareto. Estos datos se obtienen de la calificación asignada por la empresa, la persona evaluadora y el peso asignado a cada criterio, convirtiéndolos en una multiplicación para obtener el resultado. Dichos datos se muestran a continuación.

Tabla 11. Datos para Gráfico de Pareto.

Cálculo de Datos			Datos ordenados según Cálculo de Datos					
Paros no programados	A	219	Criterio	Resultado	% relativo	% acumulado	Clasificación	
Variabilidad en el proceso	B	1688	B	1687,50	48%	48%	A	48%
Horas extras	C	125	E	1265,63	36%	83%	B	43%
Consumo eléctrico	D	250	D	250	7%	90%		
Mantenimiento	E	1266	A	218,75	6%	96%	C	10%
			C	125	4%	100,00%		
			Total	3546,88	100,00%			

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Se ordena el resultado de los datos de forma descendente y se prioriza finalmente el problema según su criticidad. El cuadro de datos ordenados asigna una criticidad de valor A para el criterio B (variabilidad en el proceso). Mediante el siguiente gráfico de Pareto se representa visualmente la priorización.

Figura 24. Pareto.

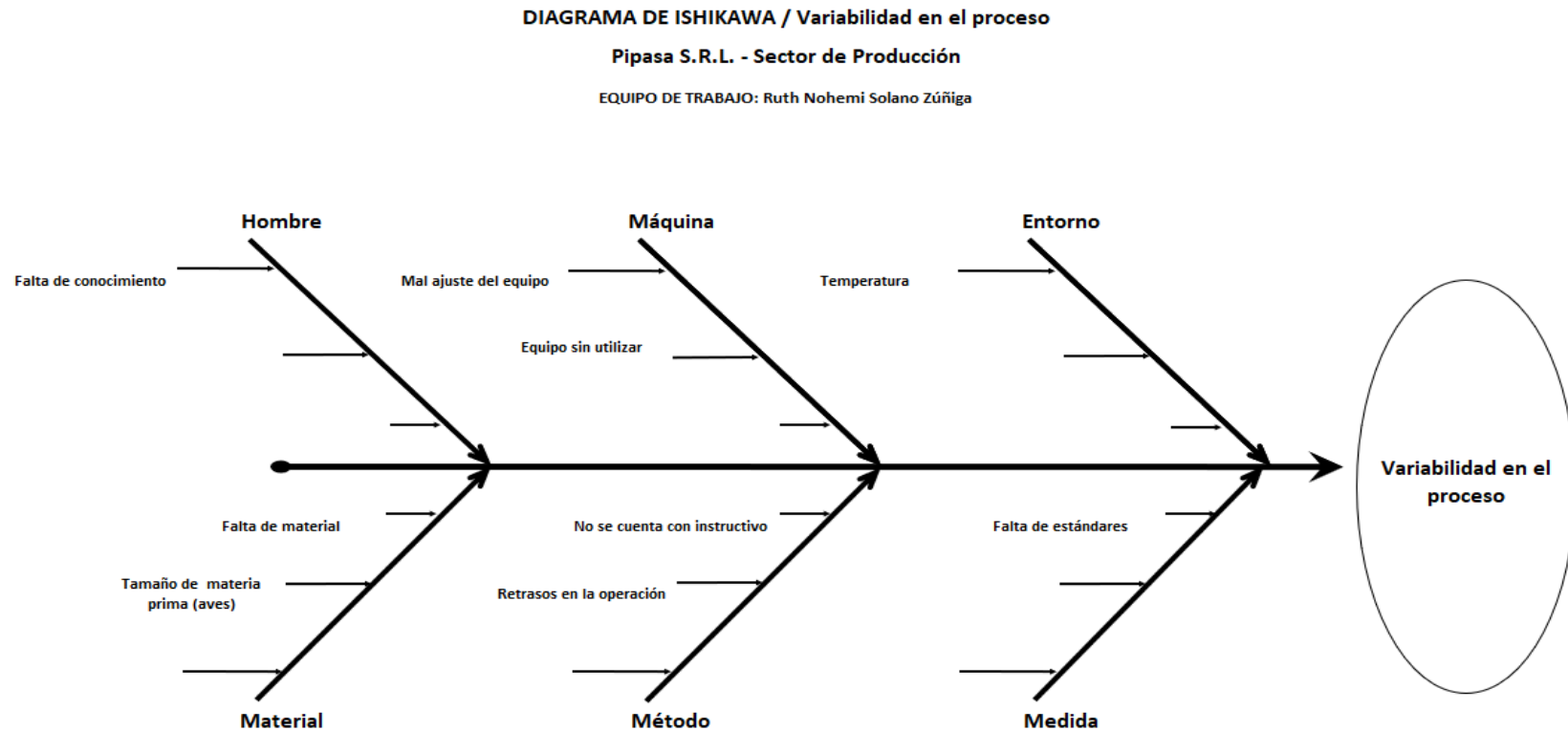


Nota: Tabla 11. Datos para Gráfico de Pareto.

El resultado que arroja la Figura 24. Pareto., señala que el problema al cual hay que atacar corresponde al criterio de variabilidad en el proceso. Para disminuir ese problema con mayor representación, será necesario crear un plan de acción o una propuesta de mejora, de tal modo, el 48% de los problemas estarían resueltos.

Ahora bien, se realiza un diagrama de Ishikawa con el propósito de establecer las causas que generan la variación en dicha línea de producción.

Figura 25. Diagrama de Ishikawa.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

De acuerdo con las 6M del diagrama de Ishikawa, existen diversas causas que explican el problema que se presenta en un determinado proceso. En la línea de producción de Cortes, se observa que son varios puntos los que provocan la variabilidad en el proceso. Se procede a describir cada una de las 6 M del diagrama.

Entorno. El ambiente en el cual se desenvuelven los trabajadores se encuentra a una temperatura menor a 10° C. A pesar de que se dispone de equipo de protección personal, este factor afecta indirectamente el desempeño de los operarios por las bajas temperaturas en las cuales se maneja la planta.

Máquina. Ocurre que dependiendo del tipo de ajuste que se haya realizado a los diferentes módulos de cortes, el producto resulta con defectos, y, sumado a esto, si los discos de cortes no se encuentran debidamente afilados el producto se va a maltratar y afecta negativamente su apariencia. Otro factor que varía la producción se presenta cuando la línea se encuentra detenida y no se pueden procesar alrededor de 90 pollos/minuto debido a los paros de equipo.

Hombre. A pesar de que los operadores han sido capacitados en cuanto a la operación del equipo y temas relacionados con la seguridad, tienen poco conocimiento asociado con mejora de procesos y producción, por lo cual los asociados trabajan bajo su criterio experto y se ve limitado el aporte que ellos podrían generar en cuanto al aprovechamiento de los recursos.

Material. La materia prima que se utiliza en la línea de cortes proviene de otras etapas del proceso de producción y si estas etapas presentan algún retraso, va a haber faltante de materia prima para procesar. También es importante considerar que las aves presentan diferentes tamaños y esta característica influye directamente en el tipo de ajuste que debe realizarse en el equipo.

Método. No se cuenta con ningún instructivo de operación del equipo de acuerdo con el tamaño de las aves que se van a procesar. Si bien es cierto, el equipo cuenta con diferentes módulos mecánicos, sin embargo, los operadores del equipo no cuentan con un instructivo o especificaciones que les indiquen la forma en la cual se debe ajustar correctamente cada elemento de los módulos (guías, altura, ángulo de los discos de corte), según el rango de pesos de las aves. Además, el tiempo promedio que lleva realizar el ajuste no está establecido y genera retrasos en la operación.

Medida. Como se ha mencionado, el equipo no se maneja bajo estándares de trabajo, no obstante, los operarios realizan un muestreo aleatorio simple al producto que ha sido cortado por los módulos, tomando muestras con una frecuencia de 20 unidades por módulo, cada hora. Los datos recolectados son anotados en una hoja de control que alimenta la base de datos de calidad del producto y la cual es administrada por la supervisora de Cortes para la toma de decisiones. El fin del muestreo es cuantificar la cantidad de producto que resulta clase A (en buenas condiciones) y producto con algún tipo de defecto. En la siguiente tabla se muestra un resumen de la clasificación de los datos recolectados en el muestreo, basado en un histórico de seis meses.

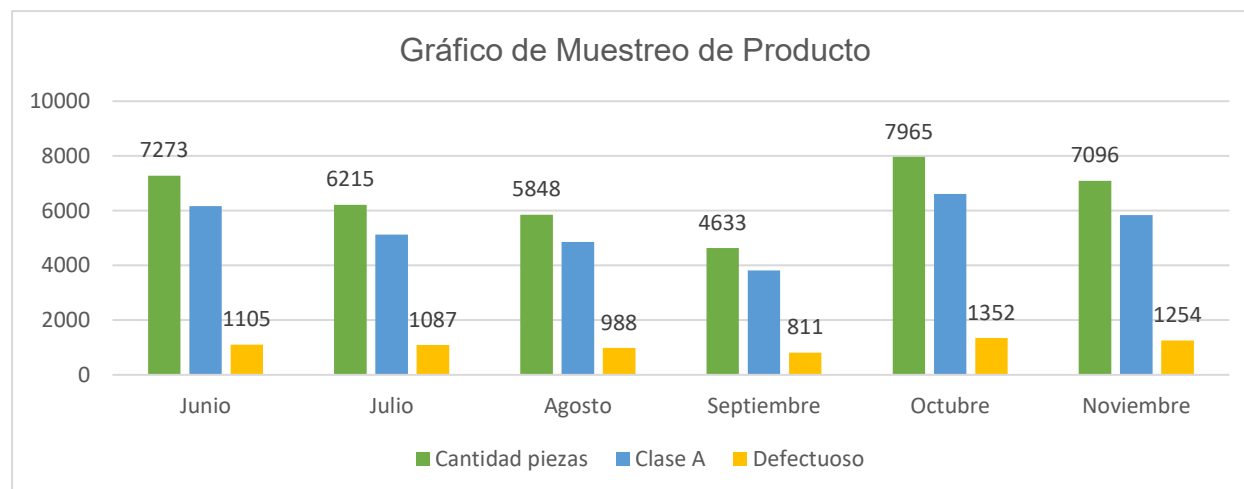
Tabla 12. Muestreo de Producto.

Línea de Cortes Physics			
Muestreo de Producto			
Mes	Cantidad piezas	Clase A	Defectuoso
Junio	7273	6168	1105
Julio	6215	5128	1087
Agosto	5848	4860	988
Septiembre	4633	3822	811
Octubre	7965	6613	1352
Noviembre	7096	5842	1254

Nota: (Cargill, 2020).

En el cuadro se logra apreciar que los defectos por mes se presentan más de 800 veces, llegando a alcanzar en el mes de octubre 1352 defectos, siendo este el dato más alto en el semestre. Seguidamente, se grafican los datos presentados en la tabla anterior para facilitar su comprensión.

Figura 26. Gráfico de Muestreo de Producto.



Nota: Tabla 12. Muestreo de Producto.

Del total de piezas muestreadas por los operarios durante los meses de junio hasta noviembre de 2020, se obtuvo para el mes de junio un total de 1105 defectos; en julio, 1087 defectos; en agosto, 988 defectos; en septiembre, 811 defectos; octubre con 1352 defectos y, por último, noviembre con 1254 defectos. Se concluye con ello, al dividir el total de defectos al mes por el total de piezas muestreadas al mes, que entre el 15% y el 18% de las unidades muestreadas resultaron con defectos. Estos defectos se clasifican de la siguiente manera.

Figura 27. Clasificación de producto defectuoso.

Clasificación de producto defectuoso					
Mes	Hematomas	Mal corte	Quebraduras	Desgarre	Total defectos
Junio	818	137	125	25	1105
Julio	876	51	94	66	1087
Agosto	688	191	52	57	988
Septiembre	506	218	63	24	811
Octubre	828	296	176	52	1352
Noviembre	698	373	120	63	1254
Total semestre	4414	1266	630	287	6597

Nota: (Cargill, 2020).

El producto defectuoso se clasifica de la siguiente manera: hematomas, mal corte, quebraduras y desgarre. Por ejemplo, en el mes de octubre, quien fue el mes más alto con 1352 piezas defectuosas, se presenta: un total de 818 piezas con hematomas, 137 con malos cortes, 125 con quebraduras y 25 piezas con desgarre. Se observa que, a pesar de que los defectos habían disminuido durante agosto y setiembre, se nota un aumento en octubre y en noviembre, meses en los que inicia la temporada alta en ventas.

Visto de manera general y en nivel porcentual, al dividir el total de cada clasificación de producto defectuoso por el total de defectos en el semestre, se representa con un 66,91% a los hematomas, un 19,19% los malos cortes, un 9,55% quebraduras y un 4,35% los desgarres, datos que reflejan la importancia de trabajar bajo estándares que permitan que el producto no sufra daños durante su transformación por los ajustes aplicados.

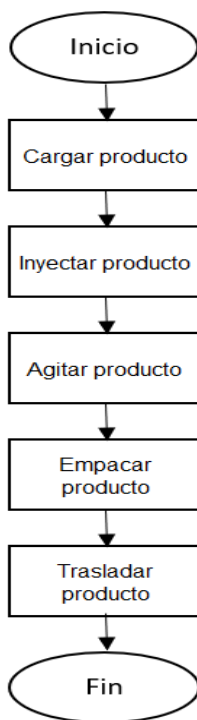
Para finalizar, en cuanto a la disponibilidad del equipo, de las 8 horas de tiempo de trabajo (excluyendo paros programados) se produce 6,5 horas, aproximadamente, debido a los paros no programados, cambios o apagones, entre otros; al dar como resultado una disponibilidad de 81%.

Línea de Inyección

Por otro lado, se estudia la línea de inyección de piezas que también forma parte del área de Cortes.

A continuación, en la *Figura 28* se muestra el diagrama de procesos de la línea.

Figura 28. Diagrama de procesos de la línea de Inyección.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

El producto que se procesa en esta línea de Inyección son piezas de pollo, ya sea, con hueso o deshuesadas (filetes), y proviene del área de Cortes, Deshuese y del almacén de producto en proceso (WIP Cooler). La línea está conformada por tres elementos: una máquina inyectora de piezas, un agitador y una banda destinada al empaque del producto.

En la máquina inyectora de piezas, dos operarios tienen la función de cargar las cestas y vaciar el producto en la ventana de alimentación. Una vez que las piezas de pollo se ingresan en la inyectora, pasan por un proceso de inyección mecánico, de acuerdo con la programación que se configure en el panel de control. Mediante agujas las piezas de pollo son inyectadas con una sustancia que mejora la apariencia y vida útil del producto y, posteriormente, se deslizan hacia la salida de la máquina hasta caer en el agitador.

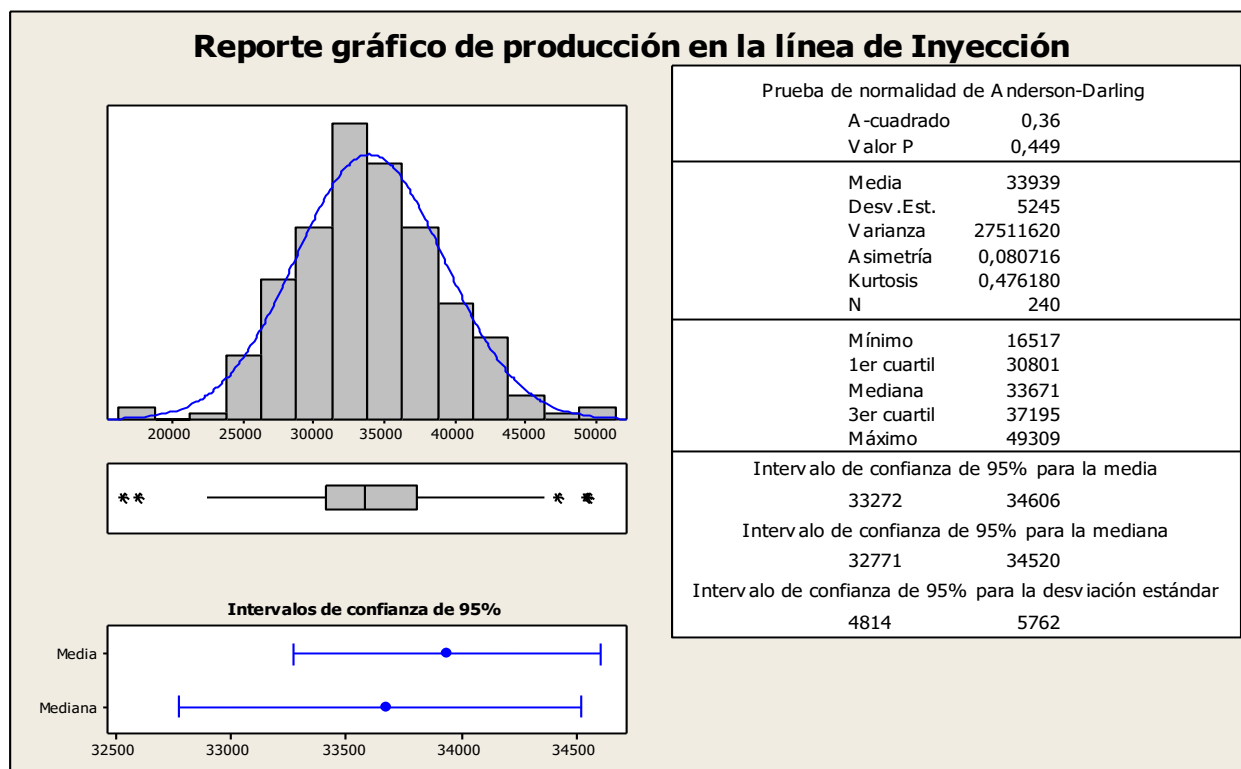
El agitador cuenta con la función de transporte y escurrido. Con respecto al transporte, el agitador mueve el producto a lo largo del canal del agitador mientras acomoda las fibras del pollo como consecuencia de la inyección y, el escurrido, mediante vibración, se encarga de retirar el exceso de líquidos que contengan las piezas de pollo.

Es así, por medio de vibración, que el producto se desplaza hacia la banda de empaque, donde se encuentran entre 15 y 18 operarios distribuidos a lo largo de la línea listos para iniciar a empacar, anudar las bolsas y cargar las cestas con las bolsas selladas para su posterior traslado y almacenamiento.

Ahora que se conoce el proceso de la línea, se procede a calcular la capacidad de producción al considerarlos parámetros Q1, Q3 y factor de estabilidad. Q1 se define estadísticamente como cuartil 1 o percentil 25, Q3 se define estadísticamente como el cuartil 3 o percentil 75 y el factor de estabilidad (SF, por sus siglas en inglés) es la relación aritmética entre Q1 y Q3, es decir, $S.F.=Q1/Q3$. En otras palabras, se establece el nivel actual de desempeño de la línea de inyección al considerar los parámetros cuartil 1 (Q1), cuartil 3 (Q3) y factor de estabilidad (S.F.) para obtener la capacidad de producción y la estabilidad de la línea.

Para ello, se utilizan datos históricos de producción que corresponden al año 2020, al abarcar los meses de enero hasta octubre, con respecto del turno diurno. A continuación, se presenta el reporte de estadística descriptiva obtenido.

Figura 29. Reporte gráfico de producción en la línea de Inyección.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

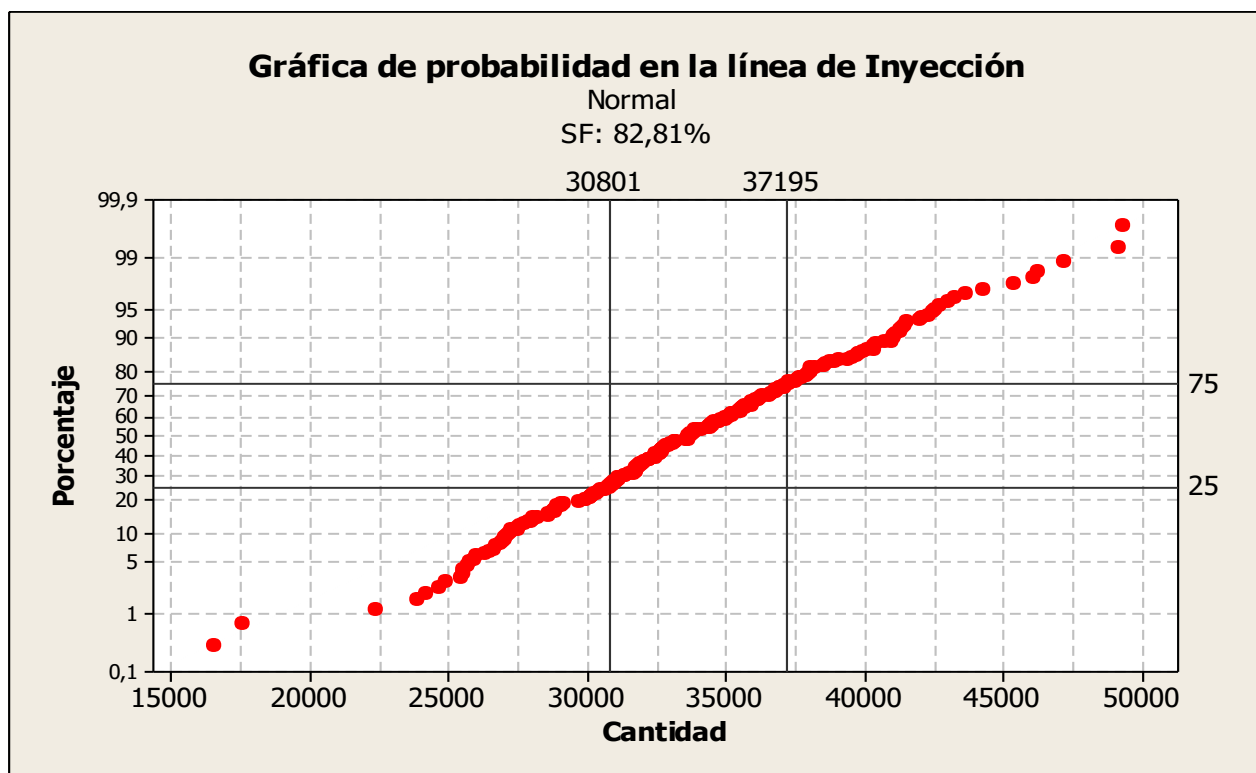
El periodo de la línea base seleccionado es representativo, al abarcar un periodo de 10 meses de producción. Con respecto de la kurtosis, se observa que el valor obtenido es superior a cero, al resultar en datos concentrados muy cerca de la media, siendo una curva apuntada.

La relación de los cuartiles Q1 a Q3 se mide para establecer la capacidad del proceso y el tercer cuartil (Q3) se define en Operaciones Estables como la capacidad de la línea de producción. Un proceso perfectamente estable equivale a SF=1 y cuanto menor es el factor de estabilidad, menos estable es el proceso.

Con respecto del reporte gráfico, se obtuvo un valor para Q1 de 30 801 kg/día, lo que significa que por debajo de este valor se encuentra aproximadamente un 25% de los datos y, para Q3 (la capacidad real del proceso) se obtuvo un valor de 37 195 kg/día, lo que explica que debajo de este valor quedan las tres cuartas partes (75%) de los datos. Ahora bien, con los resultados se calcula el factor de estabilidad de la línea, el cual es la relación aritmética entre Q1 y Q3 o, dicho de otro modo, resulta de la división del 25% de los peores números de producción entre el 25% de los mejores números.

Seguidamente, se muestra el gráfico de probabilidad en la línea de Inyección.

Figura 30. Gráfico de probabilidad en la línea de Inyección.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

La gráfica muestra que los datos siguen una tendencia creciente conforme transcurre el tiempo. El factor de estabilidad obtenido resulta en un 82,81%, porcentaje que, si bien es cierto, supera al obtenido en la línea de Cortes (68,12%), sin embargo, se encuentra por debajo del 90% recomendado, por tanto, conviene identificar qué factores o problemas alteran el proceso para alcanzar ese porcentaje deseado.

El uso de la matriz de priorización va a facilitar que se seleccione el problema que afecta en mayor proporción a la línea de Inyección.

Tabla 13. Matriz de priorización de la línea de Inyección.

Nota empresa	50	75	75	25	25		
Nota evaluador	25	50	75	25	25		
Criterio	Pérdida de producto inyectable	Horas extras	Acumulación de materia prima	Falta de comunicación	Falta de organización	Sumatoria	Peso
Pérdida de producto inyectable		0,25	0,25	0,75	0,75	2	20,00%
Horas extras	0,75		0,25	0,75	0,75	2,5	25,00%
Acumulación de materia prima	0,75	0,75		0,75	1	3,25	32,50%
Falta de comunicación	0,25	0,25	0,25		0,75	1,5	15,00%
Falta de organización	0,25	0,25	0	0,25		0,75	7,50%
Total	2	1,5	0,75	2,5	3,25	10	100,00%

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

En la matriz de priorización se aplica el mismo procedimiento que en la Tabla 10 para el cálculo del peso y su ponderación. En este caso, se evalúan cinco criterios, los cuales corresponden a: pérdida de producto inyectable, horas extras, acumulación de materia prima, falta de comunicación y falta de organización.

En términos prácticos, la matriz permitió comparar los cinco criterios y se definió cuál es el problema de mayor relevancia, cuyo peso o calificación más alto se atribuye a la acumulación de materia prima con un valor de 32,5%. Esta priorización va a permitir que se clarifique el problema mediante el análisis de sus posibles causas y así visualizar oportunidades de mejora.

Se calculan los datos de referencia para la creación del gráfico de Pareto, los cuales se obtienen de la calificación asignada por la empresa, la persona evaluadora y el peso asignado a cada criterio y, también, son multiplicados entre sí para obtener el resultado. Estos datos se presentan a continuación.

Tabla 14. Datos de referencia para Gráfico de Pareto.

Cálculo de Datos			Datos ordenados según Cálculo de Datos					
Pérdida de producto inyectable	A	250	Resultado	% relativo	% acumulado	Clasificación		
Horas extras	B	938	C	1828,13	58%	58%	A	58%
Acumulación de materia	C	1828	B	937,5	30%	88%	B	30%
Falta de comunicación	D	93,75	A	250,00	8%	96%	C	12%
Falta de organización	E	47	D	93,75	3%	99%		
			E	46,88	1%	100,00%		
			Total	3156,25	100,00%			

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Se ordena el resultado de los datos de mayor a menor y se prioriza finalmente el problema según su criticidad. Es así como se asigna una criticidad de valor A para el criterio C, que corresponde a la acumulación de materia prima. Mediante el siguiente Pareto se representa gráficamente la priorización.

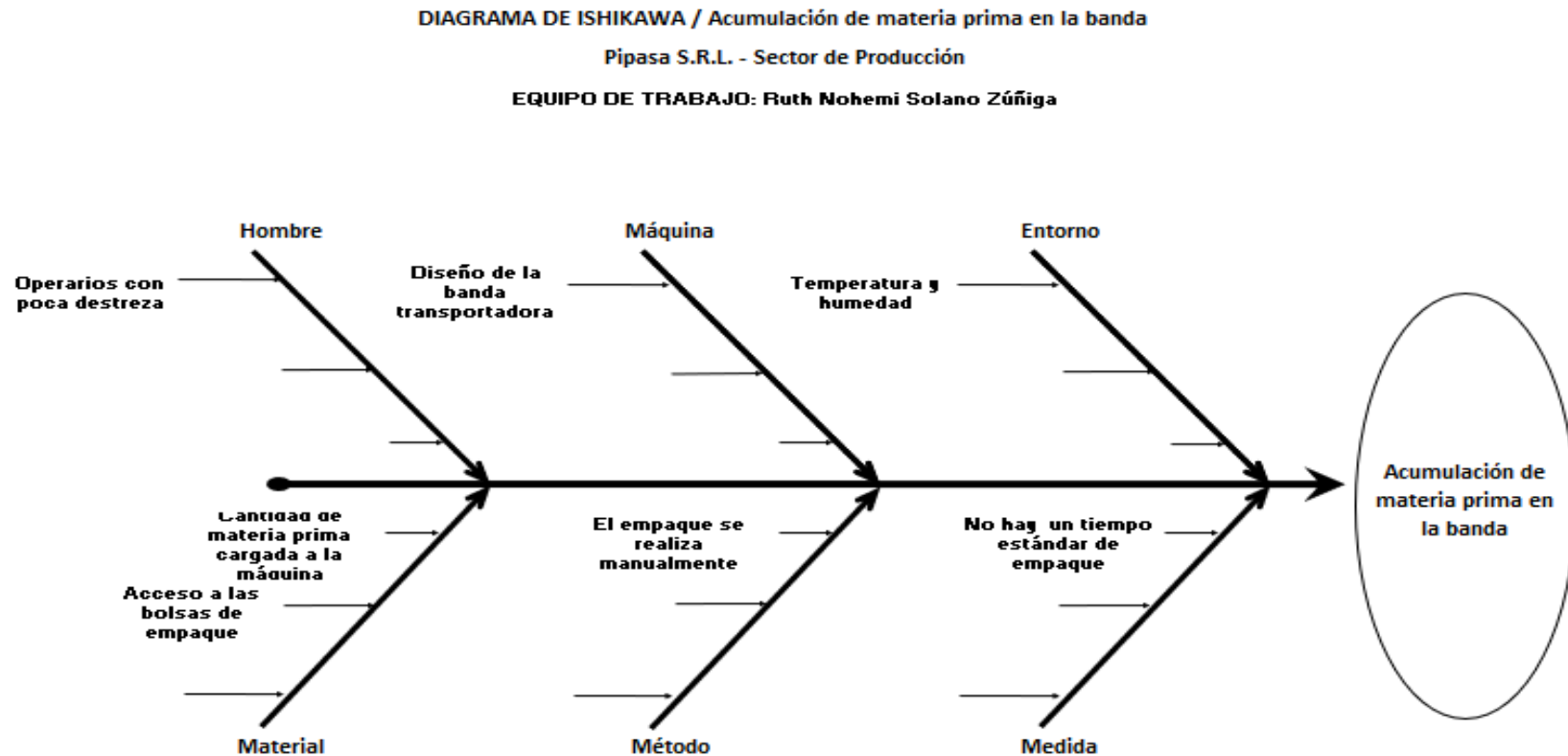
Figura 31. Pareto.

Nota: Tabla 14. Datos de referencia para Gráfico de Pareto.

El gráfico señala que el problema al cual hay que atacar corresponde al problema representado por la acumulación de materia prima en la banda. Con el objetivo de eliminar ese problema, será necesario desarrollar una propuesta de mejora para que ese 58% de los problemas actuales se resuelvan.

De manera que, se crea un diagrama de Ishikawa para identificar las causas que generan el problema que se presenta en la línea de inyección. A continuación, se muestra el diagrama de Ishikawa.

Figura 32. Diagrama de Ishikawa de Inyectora de piezas.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

De acuerdo con la Figura 32, se identifica el efecto y se analiza con respecto de sus causas. Se observa en la línea de inyección la presencia de un cuello de botella: la acumulación de producto.

Entorno. El ambiente en el cual se desenvuelven los operarios se encuentra a una temperatura menor a 10° C. Aunque se dispone de equipo de protección personal, este factor afecta el desempeño de los trabajadores por las bajas temperaturas en las cuales se maneja la planta. Además, el producto también se maneja a temperaturas bajas y con cierto grado de humedad, lo cual vuelve al producto escurridizo en temas de manipulación, puesto que a algunos operarios se le dificulta anudar las bolsas.

Máquina. Con respecto de la maquinaria, el diseño actual de la línea afecta negativamente el flujo del proceso. El agitador conecta con la banda de empaque, pero resulta que la banda es más estrecha que la salida del agitador y, sumado a esto, la banda de empaque cuenta con dos secciones (carriles), uno de los carriles se utiliza únicamente para colocar y transportar las bolsas de producto terminado hacia el final de la banda y el otro carril funciona para transportar la materia prima hacia las demás estaciones o puestos de trabajo y que los operarios empaquen el producto en las bolsas.

Estas dos condiciones causan que, en determinados momentos de la producción, conforme se va cargando la materia prima a la máquina, el producto se acumule entre el agitador y la banda, y, por ende, caiga al suelo, lo cual altera el flujo continuo hacia las estaciones de trabajo.

Hombre. Otro factor que influye en la acumulación de producto es la destreza de los diferentes operarios, puesto que no manejan el mismo ritmo de trabajo. Cuando se genera ese cuello de botella, se detiene el agitador y uno o dos operarios abandonan su puesto de trabajo para empujar hacia la banda el producto que se encuentra acumulado y que los demás compañeros continúen empacando.

Cabe mencionar que, por cuestión de inocuidad, otro trabajador se tiene que encargar de levantar las piezas que cayeron al suelo y proceder a lavarlas con agua con una concentración de cloro de 20 a 50 ppm (partes por millón). Al darse esta situación, se incurre en desperdicios clasificados como transporte y movimiento, dado que el operario debe realizar movimientos repetitivos para levantar el producto e ir a lavar las piezas contaminadas una por una y, dependiendo de la cantidad, se toma en promedio tres minutos.

Material. Los operarios que cargan la materia prima a la máquina no pueden observar la cantidad de material que circula por la línea y a falta de visibilidad la línea se sobrecarga con producto. Con respecto a las bolsas de empaque, la banda cuenta con cuatro soportes para

almacenar las bolsas, sin embargo, los asociados que se encuentran lejos de estos soportes tienen que esperar a que otro compañero les alcance el material y así puedan continuar con su función.

Método. El empaque de producto se realiza de forma manual y a algunos asociados se les dificulta la acción de abrir las bolsas y, principalmente, anudarlas debido a las condiciones de humedad del producto y del uso de guantes, lo cual afecta el tiempo de ciclo.

Medida. No hay un tiempo estándar de trabajo establecido, cada operario trabaja bajo su propio ritmo, el cual típicamente se clasifica como lento, medio y alto, y de igual forma, trabajan según la velocidad a la cual se configure el equipo.

En efecto, el cuello de botella dificulta el flujo continuo del proceso y precisa de al menos dos operarios, quienes tienen que abandonar su puesto para asistir al problema, por tanto, se incurre en mudas como la espera, transporte y movimientos, y revela la necesidad que existe de eliminar estos desperdicios mediante un rediseño de la línea. En adición, se logra observar que los operarios no cuentan con la misma destreza para efectuar el empaque del producto y se desea determinar la cantidad de operarios que realmente requiere la línea de acuerdo con la capacidad actual, por lo cual, se decide aplicar un estudio de tiempos y movimientos.

Estudio de Tiempos y Movimientos

Se lleva a cabo un estudio de tiempos y movimientos en la línea de Inyección. Para ello se desarrolla un diagrama bimanual para conocer la forma en que el operario realiza su trabajo y así, poder identificar cuáles movimientos son productivos e improductivos. Además, este diagrama permitirá conocer la secuencia de la operación para hacer efectivo el estudio de tiempos y establecer el tiempo estándar de empaque de la presentación Tender.

Por consiguiente, en la Figura 33 se muestra el diagrama bimanual.

Figura 33. Diagrama bimanual.

Diagrama Bimanual									
Área:	Producción								
Línea de producción:	Inyección de piezas								
Operación a evaluar:	Empaque de producto en presentación Muslo Tender								
Método:	Actual / Propuesto								
MANO IZQUIERDA	○	→	D	▽	○	→	D	▽	MANO DERECHA
Ociosa			●						Alcanzar bolsa de empaque
Ociosa			●		●				Tomar bolsa de empaque
Abrir bolsa de empaque	●				●				Abrir bolsa de empaque
Precolocar bolsa en posición	●							●	Alcanzar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Tomar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Introducir pieza en la bolsa
Sostener bolsa de empaque				●	●			●	Alcanzar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Tomar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Introducir pieza en la bolsa
Sostener bolsa de empaque				●	●			●	Alcanzar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Tomar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Introducir pieza en la bolsa
Sostener bolsa de empaque				●	●			●	Alcanzar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Tomar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Introducir pieza en la bolsa
Sostener bolsa de empaque				●	●			●	Alcanzar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Tomar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Introducir pieza en la bolsa
Sostener bolsa de empaque				●	●			●	Alcanzar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Tomar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Introducir pieza en la bolsa
Sostener bolsa de empaque				●	●			●	Alcanzar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Tomar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Introducir pieza en la bolsa
Sostener bolsa de empaque				●	●			●	Alcanzar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Tomar pieza de pollo
Sostener bolsa de empaque				●	●				Introducir pieza en la bolsa
Estirar extremos de la bolsa	●				●				Estirar extremos de la bolsa
Anudar la bolsa	●				●				Anudar la bolsa
Colocar la bolsa en la banda		●						●	Colocar la bolsa en la banda
Total	4	1	2	23	20	10	0	0	Total

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Se realiza el diagrama bimanual de acuerdo con los movimientos que realizan los operarios de la línea. Mediante la observación se logran determinar 30 movimientos entre ambas manos y se clasifican entre productivos e improductivos al señalar por medio de líneas la secuencia de la operación.

Cabe mencionar que, dentro de los movimientos productivos con la mano izquierda, se registra un total de 5 pasos y los restantes 25 se clasifican en movimientos improductivos, y esto se debe al hecho que el operario debe sostener la bolsa de empaque mientras la otra mano realiza la acción de alcanzar, tomar e introducir el producto.

El diagrama permite que se tenga noción del procedimiento que realiza cada operario para conseguir empacar el producto en la presentación de 8 unidades de filete de pollo por bolsa (5 kg), por lo cual, se realiza una toma de tiempos para evaluar la duración de empaque y establecer el tiempo estándar, el cual servirá de referencia para proponer una posible mejora en el diseño de la línea.

A continuación, se describen los elementos necesarios a considerar para llevar a cabo el estudio de tiempos, en segundos, en la banda de empaque de pollo.

1. **Aparato de medida.** Se utiliza un cronómetro digital, bajo el método vuelta cero.
2. **Selección de la operación.** Con respecto al cuello de botella que se genera a la salida de la máquina inyectora, se toma el tiempo de empaque del producto en la presentación Tender, la cual contiene 8 filetes de pollo, con peso de 5kg.
3. **Selección del operario.** Con recomendación de los supervisores, se eligen tres operarios de la línea con diferentes ritmos de trabajo.
4. **Registro de la información.** Se recolecta la información y se registra en una hoja de recolección de datos.
5. **Comprobación del método.** Se realiza un diagrama bimanual donde se muestra cada paso del proceso de empaque.
6. **Determinación de estudio por ciclos o elementos.** El estudio se realiza por ciclos de producción.
7. **Tamaño de la muestra.** Se determina el número de observaciones que deben efectuarse, dado un nivel de confianza y margen de error.
8. **Método.** Se utiliza el método estadístico. Se toma un tamaño inicial de 10 observaciones, se calcula el promedio y desviación estándar, se asigna un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5% para calcular el tamaño de muestra N, y se establece el número de lecturas a realizar.

De acuerdo con la información anterior, en la Tabla 15. Estudio de tiempos., se muestran los datos recolectados en dicho estudio.

Tabla 15. Estudio de tiempos.

Estudio de Tiempos			
Línea de Inyección de piezas			
# de Observaciones	Empaque de producto		
	Operario 1	Operario 2	Operario 3
1	17	19	26
2	16	25	27
3	14	30	26
4	15	28	33
5	13	19	22
6	13	23	24
7	12	20	32
8	13	26	20
9	13	24	24
10	15	21	23
Promedio	14,10	23,50	25,70
Desviación estándar	1,60	3,81	4,14
Coefficiente de variación	0,11	0,16	0,16

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Según la tabla anterior, se toma un total de 10 observaciones iniciales para calcular el promedio, desviación estándar y el coeficiente de variación y utilizarlos como referencia para el cálculo del tamaño de la muestra. Con respecto del operario 1, quien cuenta con el ritmo más rápido, este tarda en promedio 14 segundos en empacar una bolsa en la presentación Tender. En el caso del operario 2, con ritmo medio, en promedio tarda 23 segundos en empacar la misma presentación, y, el operario 3, con el ritmo más lento, tarda 26 segundos. Con los datos obtenidos, se procede a calcular el tamaño de la muestra.

Tabla 16. Tamaño de la muestra.

Tamaño de la Muestra			
Actividad	Fórmula	Resultado	N.F.
Empaque de producto, operario 1	$N = \left(\frac{T_{\alpha/2} \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$	$N = \left(\frac{2,06 \times 1,60}{0,05 \times 14,10} \right)^2 = 22$	$N.F. = 22 - 10 = 12$
Empaque de producto, operario 2	$N = \left(\frac{T_{\alpha/2} \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$	$N = \left(\frac{2,06 \times 3,81}{0,05 \times 23,50} \right)^2 = 45$	$N.F. = 45 - 10 = 35$
Empaque de producto, operario 3	$N = \left(\frac{T_{\alpha/2} \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$	$N = \left(\frac{2,06 \times 4,14}{0,05 \times 25,70} \right)^2 = 44$	$N.F. = 44 - 10 = 34$

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Para realizar el cálculo de la muestra, se utiliza una confianza de 95%, un error típico de 0,05 y un valor de $T_{\alpha/2}$ de 2,06. Al utilizar los datos calculados en la Tabla 16, el resultado que nos arroja el cálculo de la muestra indica que se debe realizar el muestreo con 12 observaciones más en el caso del operario 1, para el operario 2 se deben tomar 35 observaciones y, finalmente, para el operario 3 se requieren 34 muestras adicionales para obtener un estudio de tiempos que sea representativo.

Debido a lo mencionado anteriormente, se procede a mostrar el estudio de tiempos con la cantidad de observaciones que son necesarias y aplicable a los tres operarios.

Tabla 17. Estudio de tiempos en la línea de Inyección.

Estudio de Tiempos			
Línea de Inyección de piezas			
# de Observaciones	Empaque de producto inyectado		
	Operario 1	Operario 2	Operario 3
1	17	19	26
2	16	25	27
3	14	30	26
4	15	28	33
5	13	19	22
6	13	23	24
7	12	20	32
8	13	26	20
9	13	24	24
10	15	21	23
11	18	18	25
12	19	28	19
13	19	21	25
14	14	22	35
15	14	24	21
16	15	30	21
17	16	17	35
18	19	21	40
19	22	17	30
20	18	23	38
21	22	22	29
22	17	23	30
23		19	44
24		17	37
25		21	32
26		18	43
27		28	34
28		19	45
29		29	26
30		20	22
31		22	36
32		21	23
33		23	24
34		19	36
35		28	28
36		18	36
37		23	32
38		21	26
39		19	44
40		24	25
41		17	24
42		18	27
43		23	22
44		24	26
45		22	
Promedio	16,56	22,09	30,08
Desviación estándar	2,95	3,69	7,30
Coficiente de variación	0,18	0,17	0,24

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Con los nuevos datos de las observaciones realizadas, se logra determinar que el tiempo promedio en que los operarios 1, 2 y 3 empaacan la presentación Tender, corresponde a 16,56 segundos, 22,09 segundos y 30,08 segundos, respectivamente, y se evidencia que el operario 3 tarda casi el doble de tiempo que el operario 1 en empaacar el mismo producto. Esa diferencia de segundos entre los operarios se debe a la falta de destreza al manipular la bolsa de empaque y a la falta de un estándar de trabajo.

Para el cálculo del tiempo normal se considera la valoración del ritmo de trabajo el cual se asigna antes de iniciar la toma de tiempos al observar a los operarios realizar su trabajo. Se hace uso de la escala numérica que va de 0 a 150, la cual indica el valor 0 como actividad nula y 150 como excepcionalmente rápido. Se asigna al operario 1 y 2 una valoración de 90 (constante) y al operario 3 una valoración de 80 (ritmo tipo). Con ello, se utiliza la siguiente fórmula:

$$T. \text{ Normal} = \text{Tiempo promedio} \times \text{calificación}$$

Para el caso del cálculo del tiempo estándar, se toma el resultado del tiempo normal y se consideran las tolerancias, para ello se toma como referencia la tabla de suplementos. De tal forma, se asigna a los operarios los siguientes: suplementos constantes (por necesidades básicas: 7, suplemento base por fatiga: 4) y otras variables añadidas (suplemento por trabajar de pie: 4, trabajo bastante monótono: 1), para una tolerancia total de 16%. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$T. \text{ Estándar} = T. \text{ Normal} + (T. \text{ Normal} \times \% \text{ tolerancia})$$

Seguidamente, se presentan los resultados en la *Tabla 18*.

Tabla 18. Cálculo de Tiempo estándar.

Cálculo de Tiempo estándar			
Línea de Inyección de piezas			
Tiempo	Empaque de producto inyectado		
	Operario 1	Operario 2	Operario 3
Tiempo Observado	16,56	22,09	30,08
Tiempo Normal	14,91	19,88	24,06
Tiempo Estándar	17,29	23,06	27,91

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Finalmente, se logra determinar el tiempo normal, el cual corresponde a 14,91 segundos para el operario 1, 19,88 segundos para el operario 2, y 24,06 segundos para el operario 3. Tomando en consideración los suplementos, se determina, finalmente, el tiempo estándar de los operarios, siendo estos 17 segundos, 23 segundos y 28 segundos, respectivamente. Se concluye que el operario 1 es el más calificado para desarrollar la función de empacador al contar con mayor destreza, al utilizar 17 segundos por bolsa y se traduce en la capacidad de empacar 3 bolsas por minuto. Con respecto al operario 2, al contar con un tiempo estándar de 23 segundos por bolsa, logra empacar 2,5 bolsas por minuto y el operario 3 alcanza a empacar únicamente 2 bolsas en total.

De acuerdo con el dato brindado por la supervisora de ingeniería de procesos, actualmente la inyectora cuenta con una capacidad de procesar 4000 kg/h y se dispone de 11 operarios para empacar dicha presentación del producto de 5 kg. Con respecto de estos datos, se procede a calcular la mano de obra que realmente requiere la línea de empaque. Se toma como referencia al operario estándar (operario 2) y con ello se determina que un trabajador empaca 750 kg/h ($5\text{kg} \times 2,5 \text{bolsas/min} \times 60 \text{min}$). Se toma ese dato para calcular la mano de obra y da como resultado 6 operarios, lo cual evidencia que se puede lograr el empaque de producto con casi la mitad del personal actual.

Para finalizar, y de acuerdo con el Sistema de Operaciones Estables, es importante realizar una Evaluación de la Consistencia de Operaciones (COA, por sus siglas en inglés). Esta herramienta evalúa la infraestructura de la información existente y se desarrollan o mejoran condiciones y procedimientos estándar para permitir prácticas laborales estándar, dicho de otro modo, el COA evalúa qué tan suficiente es la información que posee la organización con respecto a sus procesos.

La evaluación considera los siguientes criterios para asignar una calificación:

Cantidad. ¿Se tiene la cantidad correcta de información? La documentación formalmente debe describir las diferentes actividades que se realizan en la planta.

Calidad. ¿Está en la calidad correcta? La documentación existente debe describir lo que realmente ocurre en el proceso.

Uso. ¿Está en el uso correcto? Que la documentación formal existente sea realmente utilizada.

Seguidamente, se adjunta el cuadro de evaluación de COA utilizado para asignar las respectivas calificaciones según los seis elementos en valoración, los cuales se resumen a continuación:

Condiciones estándares de operación. Un conjunto de condiciones operativas estándar en las que el sitio es estable y el proceso produce un producto consistente dentro de las especificaciones.

Procedimientos estándares de operación (SOP). Los procedimientos estándar están diseñados para limitar la cantidad de variación del proceso que se introduce al prescribir cómo se deben realizar estas actividades manuales clave.

Plan de control operativo. Establece los puntos de ajuste de control y las variables clave no controladas, cuando una de estas variables tiene una excursión fuera de sus límites de control es necesario eliminar la fuente de la variación de la causa.

Procedimiento de resolución de problemas. Hay secciones de la planta que son más propensas a problemas que otras, estas secciones son la primera prioridad para un enfoque más estructurado para la resolución de problemas eficaz.

Estructura en la comunicación de cambio de turno. La existencia de algún tipo de documentación o comunicación verbal entre un turno de operación y otro.

Retroalimentación del desempeño en turno. Retroalimentación entre los diferentes turnos o equipos de trabajo, relacionado con aspectos de la operación normal.

El análisis COA permitirá revelar las brechas entre los estándares operativos del nivel actual y los objetivos para todos los elementos del COA. Se muestra en la siguiente tabla la evaluación con los aspectos por considerar.

Tabla 19. Tabla de evaluación COA.

Sistema Operativo de Operaciones Estables - Tabla de evaluación COA			
Elementos	Cantidad <i>Que la documentación existente formalmente describa las diferentes actividades que se realizan en la planta</i>	Calidad <i>Que la documentación existente describa lo que realmente ocurre en el proceso</i>	Uso/Aplicación <i>Que la documentación formal existente sea utilizada</i>
Condiciones estándares de operación	Evaluación 0 No existe 1 Bajo volumen; en su mayoría rangos operativos pero no valores específicos. 2 Mayor cantidad, set points y valores medidos pero en su mayoría rangos. 3 Condiciones de operaciones estructuradas, específicas por producto /modo de operac 4 Disponible en una receta y al alcance de los operadores	Evaluación 0 Fuera de fecha / Sin fecha/No revisado 1 Pocas revisiones/ No actualizado recientemente 2 Actualizado en su mayoría 3 Completamente actualizado	Evaluación 0 No se utiliza 1 Sólo para referencia 2 Se usa sólo para algunas actividades 3 Se usa comunmente 4 Siempre son usados, incluso como parte del entrenamiento
Procedimientos estándares de operación	0 No existe 1 Guías generalizadas. Pocas instrucciones específicas basadas en prioridades 2 Set de guías completas. Pocas instrucciones de trabajo específicas 3 Cada sección de la planta tiene instrucciones estructuradas para las actividades más comunes 4 Instrucciones de trabajo disponibles en la ubicación de la actividad	0 Fuera de fecha / Sin fecha/No revisado 1 Pocas revisiones/ No actualizado recientemente 2 Actualizado en su mayoría 3 Completamente actualizado	0 No se utiliza 1 Sólo para referencia 2 Se usa sólo para algunas actividades 3 Se usa comunmente 4 Siempre son usados, incluso como parte del entrenamiento
Plan de control operativo	0 No existe 1 Guías generalizadas. Pocas instrucciones específicas basadas en prioridades 2 Plan de control existente para algunos parámetros de calidad 3 Plan control de calidad general 4 Instrucciones de monitoreo con límites de acción establecidos	0 Fuera de fecha / Sin fecha/No revisado 1 Pocas revisiones/ No actualizado recientemente 2 Actualizado en su mayoría 3 Completamente actualizado	0 No se utiliza 1 Sólo para referencia 2 Se usa sólo para algunas actividades 3 Se usa comunmente 4 Siempre son usados, incluso como parte del entrenamiento
Procedimiento de resolución de problemas	0 No existe 1 Guías generalizadas. Pocas instrucciones específicas basadas en prioridades 2 Guía detallada para problemas recurrentes frecuentes. No reporta instrucciones 3 Lista estructurada de procedimientos de resolución de problemas con instrucciones específicas 4 Lista estructurada (como en el anterior) con lista de verificación y firma	0 Fuera de fecha / Sin fecha/No revisado 1 Pocas revisiones/ No actualizado recientemente 2 Actualizado en su mayoría 3 Completamente actualizado	0 No se utiliza 1 Sólo para referencia 2 Se usa sólo para algunas actividades 3 Se usa comunmente 4 Siempre son usados, incluso como parte del entrenamiento
Estructura en la comunicación de cambio de turno	0 No existe 1 Cambio de turno verbal- no estructurado 2 Cambio de turno escrito- no estructurado 3 Cambio de turno estructurado con agenda 4 Cambio de turno estructurado- datos sobre el edo de la planta en relación a la operación normal	No Aplica	0 No se utiliza 1 Sólo para referencia 2 Se usa sólo para algunas actividades 3 Se usa comunmente 4 Siempre son usados, incluso como parte del entrenamiento
Retroalimentación del desempeño en turno	0 No existe 1 Retroalimentación verbal 2 Retroalimentación en excepciones: si no hay noticias, son buenas noticias 3 Retroalimentación regular sobre múltiples aspectos de la operación 4 Retroalimentación regular con plan de acción y seguimiento	No Aplica	0 No se utiliza 1 Sólo para referencia 2 Se usa sólo para algunas actividades 3 Se usa comunmente 4 Siempre son usados, incluso como parte del entrenamiento

Nota: (TRACC, 2018).

Con base en la Tabla 19. Tabla de evaluación COA., se crea la siguiente matriz o tabla de evaluación.

Tabla 20. Operaciones Estables - Evaluación de la Consistencia de Operaciones.

Operaciones Estables - Evaluación de la Consistencia de Operaciones (COA)				
	Cantidad Escala 0 - 4	Calidad Escala 0 - 3	Uso/Aplicación Escala 0 - 4	Consistencia de Operación
Condiciones estándares de operación	2	2	1	4
Procedimientos estándares de operación	2	2	1	4
Plan de control operativo	3	2	3	18
Procedimiento de resolución de problemas	0	0	0	0
Estructura en la comunicación de cambio de turno	2		2	4
Retroalimentación del desempeño en turno	3		2	6
Total	12	6	9	36
				13%

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Cada elemento se puntúa en cada dimensión con respecto de la escala de evaluación. La puntuación total de los elementos es el producto de los tres criterios: cantidad, calidad y uso de la información, con una puntuación máxima de 48 puntos. El puntaje general de la evaluación es la suma de los elementos, con puntaje máximo de 288 puntos.

Para asignar la puntuación de cada elemento, fue necesario consultar la información actual que dispone la empresa (manuales, procedimientos, proceso de producción) y completar la evaluación al consultar con los supervisores de las diferentes áreas. En la tabla de evaluación COA se observa que los elementos, en su mayoría, fueron calificados con puntuaciones entre 0 y 2, al considerar que, para efectos del criterio de cantidad, el valor 0 se señala como “información inexistente”; el criterio de calidad lo evalúa como “fuera de fecha o sin revisión” y, el criterio de uso/aplicación, lo interpreta como “información sin uso”.

A razón del puntaje, el porcentaje obtenido en el final de la evaluación corresponde a un 13%, dato que revela la falta de documentación y estándares de trabajo de los procesos que se realizan actualmente en la planta. Con el fin de profundizar y definir cuáles procesos son los que realmente requieren nueva documentación, se analiza junto con los supervisores de procesos, mantenimiento, calidad y el superintendente de operaciones las diferentes actividades que se ejecutan en la planta de producción. En la Tabla 21 se muestra el Análisis COA del área de Cortes.

Tabla 21. Análisis COA.

Análisis COA							
Etapa	Actividad	Requiere estandarización (SI/NO)	¿Tiene SOP?	¿Tiene variables estándar de proceso?	¿Tiene guía de resolución de problemas?	¿Tiene plan de control?	¿Tiene proceso de cambio de turno?
Corte	Guindado de pollo	NO					
Corte	Operación y ajuste del equipo computación	NO					
Corte	Romana 1 (Calibración)	NO					
Corte	Abridor estático de alas	NO					
Corte	Módulo de punta de ala	SI	No	No	No	Sí	Sí
Corte	Módulo de centro de ala	SI	No	No	No	Sí	Sí
Corte	Módulo de alto rendimiento ala	SI	No	No	No	Sí	Sí
Corte	Módulo ala con medallón	SI	No	No	No	Sí	Sí
Corte	Módulo Vertical	NO					
Corte	Modulo de pechuga deshuese	NO					
Corte	Módulo de pechuga general	NO					
Corte	Módulo muslo en piña	NO					
Corte	Módulo cuarto y muslito	SI	No	No	No	Sí	Sí
Corte	Romana 2	NO					
Corte	Descolgadores automáticos	NO					
Corte	Descolgador mecánico	NO					
Corte	Lavado operacional y preoperacional	NO					
Corte	Cambio de Set Up (panel)	SI	No	No se requiere	No se requiere	No se requiere	No se requiere
Corte	Colocación de producto en cámara 3	NO					
Inyección	Alimentación con producto	NO					
Inyección	Pruebas de inyección	NO					
Inyección	Inyección de producto	NO					
Inyección	Armado de equipo	NO					
Inyección	Alisto de salmuera	SI	No	Sí	No	Sí	No se requiere
Inyección	Desarme de equipo	NO					
Inyección	Llenado de tanque	NO					
Inyección	Cambio de Set Up	SI	No	Sí	No se requiere	No se requiere	No se requiere
Inyección	Traslado de cestas vacías	NO					
Inyección	Pesar producto en CAT2	NO					
Total	29	8	8	5	6	0	0

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Se realiza el análisis al hacer un desglose por actividades de las dos etapas o líneas de producción y se establecen 5 criterios que definen el contenido que debe presentar la documentación que es necesaria crear. Se identifica que, de 29 actividades del departamento de Cortes, 8 actividades requieren estandarización, resultando en 6 actividades de la línea de Cortes y 2 actividades de la línea de Inyección.

De esas 8 actividades, 8 no cuentan con procedimientos operativos estándares (SOP), 5 actividades no poseen variables estándar de proceso (por ejemplo, rango de pesos de las aves, tiempo promedio de ajustes de equipo, entre otros) y 6 actividades no disponen de guías de resolución de problemas ante alguna eventualidad. En resumen, en el área no se dispone de información sobre los procesos y procedimientos que permita orientar a los operarios en la ejecución de sus operaciones y a crear estabilidad en los procesos.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se muestran las conclusiones y, seguidamente, las recomendaciones del proyecto.

Conclusiones

1. Se logra describir el proceso general de producción en la planta Pipasa S.R.L., y en ambas líneas de producción del área de Cortes, con la finalidad de entender y conocer la secuencia de la operación. Además, una vez definidos los procesos, se determina la capacidad de producción de la línea de Cortes y de la línea de Inyección al utilizar datos históricos que comprenden los meses de enero hasta octubre del año 2020. Con ello, y basado en el Sistema de Operaciones estables, se calcula que la línea de Cortes cuenta con factor de estabilidad de 68,12% y en cuanto a la línea de Inyección, su factor de estabilidad es de 82,81%, valores que se ubican por debajo del porcentaje ideal, siendo este igual o mayor a 90% y manifiesta la oportunidad de mejora de los procesos para reducir la inestabilidad o “días malos”.
2. Mediante la matriz de priorización y el Pareto se determina el problema con mayor ponderación en ambas líneas y, con la aplicación del diagrama de Ishikawa, se identifican las variables que alteran el proceso y estas se clasifican con respecto de las 6M. En la línea de Cortes se analizan las causas que generan variabilidad en el proceso y para efecto de la línea de Inyección de piezas, las causas identificadas generan un cuello de botella, el cual corresponde a la acumulación de producto en la banda y se presentan desperdicios en cuanto a la espera, transporte y movimientos.
3. De acuerdo con el histórico de datos de la línea de cortes, el muestreo realizado por el operario en un semestre cuantifica que alrededor de un 15% y 18% de las muestras realizadas corresponden a producto defectuoso con características clasificadas como hematomas, malos cortes, quebraduras y desgarre como consecuencia de la manipulación y ajustes realizados al equipo.
4. Con respecto de la línea de Inyección de piezas, el cuello de botella que existe actualmente dificulta que el producto pueda fluir continuamente hacia las estaciones de trabajo, al causar que este caiga al suelo y que operarios intervengan cada vez que se presenta la situación. Además, no se cuenta con un tiempo estándar de empaque de

producto y se desconoce si la cantidad de mano de obra en la línea es la adecuada, por ello se realiza un estudio de tiempos y movimientos. Con él, se calcula el tiempo estándar y la mano de obra necesaria para la línea de empaque de acuerdo con su capacidad de operación actual, resultado en una cantidad de 6 empaques, cuando en el escenario actual se cuenta con 11 empaques.

5. Mediante la evaluación COA se determina que la organización no cuenta con estándares en sus procesos y esto permite que exista variación en sus resultados. Actualmente, la planta cuenta con un 13% de documentación y demuestra la inexistencia de información, falta de uso o falta de actualización.

Recomendaciones

1. Capacitar constantemente a los operarios que manipulan el equipo para que puedan realizar el mantenimiento adecuado a las máquinas y cumplir con los requisitos de producción, además, es importante mantener la retroalimentación o transferencia de conocimiento de técnicos de mantenimiento a los operadores en cuanto a reparaciones y cuidados básicos.
2. Actualizar al personal de todos los niveles de la planta, de manera que se pueda concientizar la importancia de implementar el Sistema de Mejora Diario al detener los desperdicios, crear oportunidades de valor e impulsar la mejora continua diaria. Si los asociados se sienten involucrados, respaldados y motivados en su trabajo, las oportunidades e iniciativas de mejora fluirán por sí mismas.
3. Se insta en hacer uso correcto de la documentación y procedimientos establecidos e involucrar al personal para estar alineado con las prácticas de la organización. Es importante que toda la documentación se valide y actualice cada vez que sea necesario, según requerimiento de los procesos.
4. Se recomienda no detenerse después de haberse presentado los primeros cambios, se tratar de un proceso continuo. La gestión debe asegurarse de un seguimiento atento del sistema, el cual comprende a todo el liderazgo y a todos los operarios y de su involucramiento en la cultura empresarial para alcanzar los objetivos.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

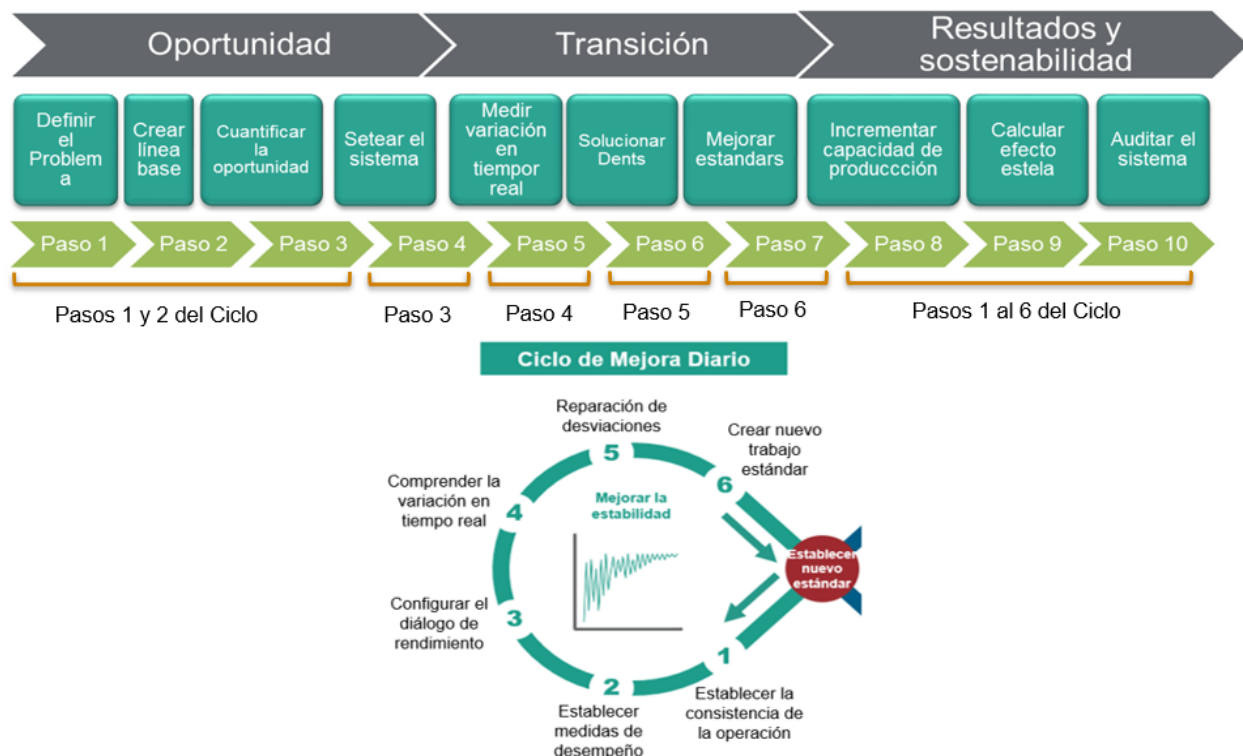
En el siguiente capítulo, se desarrolla la propuesta de mejora basada en El Sistema de Excelencia de Manufactura de Cargill. Se integra el Sistema de Operaciones Estables utilizado durante el desarrollo del proyecto con la metodología del Ciclo de Mejora Diario para dar solución a los problemas encontrados en ambas líneas de producción del área de Cortes.

Diseño de Propuesta

En primer lugar, es importante señalar que el Sistema de Operaciones Estables y el Ciclo de Mejora Diaria trabajan bajo un enfoque integrado de prácticas que buscan estabilizar los procesos a través de bases como el liderazgo, trabajo en equipo y gestión visual, al permitir la comunicación efectiva entre los diferentes niveles, asignación de responsabilidades, detección de desviaciones en los procesos y resolución de problemas situacionales, es decir, aquellos incidentes que se salen de control.

La integración de ambas partes conforma el Sistema de Gestión Diaria, el cual permite una auto revisión continua de la operación y desempeño del negocio con el fin de lograr la mejora diaria. Seguidamente, se muestra una ilustración que permite visualizar cómo se integran dichos sistemas y se explica en qué consiste el Ciclo de Mejora Diaria.

Figura 34. Integración del Sistema de Operaciones Estables con el Ciclo de mejora diaria.



Nota: (TRACC, 2018).

Se logra observar que, los pasos del Sistema de Operaciones Estables están sumamente alineados con el Ciclo de Mejora Diaria, la cual es una metodología compuesta por seis principios.

Ciclo de Mejora Diaria

Esta metodología define la ejecución fundamental de los procesos de mejora diaria y contiene los principios para mejorar la estabilidad del proceso. Este ciclo de mejora es un proceso continuo que permite gestionar de cerca el desempeño a través de un conjunto de rutinas y disciplina, y proporciona la estructura para mejorar el trabajo diario.

Crea visibilidad, diálogo de desempeño con métricas y objetivos apropiados para cada nivel de trabajo y asegura la resolución de problemas situacionales para todos. Su ejecución se lleva a cabo mediante seis principios, los cuales se encuentran alineados con el Sistema de Operaciones Estables y abren paso al Sistema de Gestión Diaria, el cual se explica más adelante.

Principio 1. Establecer la consistencia de la operación o proceso

Consiste en comprender y documentar las condiciones estándar para habilitar la estrategia de mejora. El término consistencia de la operación básicamente significa hacer las cosas de la misma manera, cada vez que se necesite hacerlas, y el objetivo es definir la operación normal. En este punto se verifica qué tan bien se están haciendo las actividades de manera consistente.

Principio 2. Establecer medidas de desempeño

Establecer medidas de desempeño se trata de determinar las métricas adecuadas para medir el nivel apropiado y que dará como resultado el logro de los KPI de mejora del sitio (línea o departamento de producción).

Principio 3. Configurar el diálogo de rendimiento

El diálogo de rendimiento involucra los procesos de gestión del desempeño que son guiados por el marco de diálogo de desempeño de operaciones de planta (es decir, la frecuencia de reuniones de acuerdo con el nivel de liderazgo). Cuando se entiende lo que se está midiendo y cuáles son los objetivos, se debe establecer la estructura de reuniones para darle seguimiento a la operación.

Principio 4. Comprender la variación en tiempo real

La detección de la variación en tiempo real se realiza al establecer desencadenantes o alertas para los procesos de resolución de problemas (un desencadenante prescribe qué hacer cuando se presenta un problema recurrente). Una vez definidos, se usan herramientas para ayudar a identificar cuándo se tienen desviaciones en los procesos.

Principio 5. Reparación de desviaciones

Consiste en desarrollar la capacidad de resolución de problemas situacionales en todos los niveles de trabajo. Si no se cumple con los objetivos diarios y se tiene una desviación, se debe llegar a la causa raíz del problema y comprender la variación mediante el proceso de resolución de problemas de corrección de desviaciones. Esto se puede realizar mediante el uso de herramientas de resolución de problemas como los 5 por qué o el proceso de resolución de problemas A3.

Principio 6. Crear nuevo trabajo estándar

Una vez que los equipos de trabajo pasan por el proceso de aprendizaje y ejecución, y cuando los procesos mejoran su estándar, se debe tomar lo aprendido y crear nuevos estándares y condiciones de operación, o bien, crear un proyecto para entrar en la cartera de proyectos de mejora de la planta cuando un problema es repetitivo y no se encuentra su solución inmediata.

A modo de resumen, se muestran los principios en la siguiente figura.

Figura 35. Principios del Ciclo de mejora diaria.

Principios del Ciclo de Mejora Diario



Principio 1	Consistencia de la operación <ul style="list-style-type: none"> Comprender y documentar las condiciones estándar de los procesos para permitir la estrategia de mejora.
Principio 2	Medidas de desempeño <ul style="list-style-type: none"> Determinar las métricas apropiadas para medir el nivel de desempeño del proceso mediante KPIs de mejora.
Principio 3	Diálogo de rendimiento <ul style="list-style-type: none"> Configurar o establecer las reuniones en todos los niveles de la empresa: nivel 3 IDEX, nivel 2 IDEX, nivel 1 IDEX y crear controles y herramientas de gestión visual.
Principio 4	Comprender la variación en tiempo real <ul style="list-style-type: none"> Configurar los disparadores para los procesos de resolución de problemas. Formalizar el proceso de atención de las desviaciones y los KPIs.
Principio 5	Reparación de desviaciones <ul style="list-style-type: none"> Desarrollar la capacidad de resolución de problemas situacionales en todos los niveles.
Principio 6	Crear nuevo estándar <ul style="list-style-type: none"> Nuevos estándares y condiciones de operación, e implementar el Trabajo Estándar del Líder (LSW).

Nota: (TRACC, 2018).

Para cumplir con los principios del Ciclo de Mejora Diaria y los requisitos del Sistema de Operaciones Estables, es preciso desarrollar una estrategia para poner en marcha el sistema.

Esta estrategia se basa en integrar los siguientes elementos basados en el liderazgo, trabajo en equipo y gestión visual: el trabajo estándar, pizarras visuales, conformación de equipos, el trabajo estándar de los líderes, herramientas de resolución de problemas, así como la

retroalimentación y los canales de comunicación en el área para hacer funcionar el Sistema de Gestión Diaria de la organización.

A continuación, se describe el sistema, sus elementos y la documentación necesaria para su ejecución.

Sistema de Gestión Diaria (*Daily Management System, DMS*)

El objetivo principal del sistema es gestionar el desempeño y hacer frente a los problemas, ya sea de forma inmediata o mediante la asignación de equipos de proyecto para brindar soluciones utilizando capacidades estructuradas de resolución de problemas.

Un Sistema de Gestión Diaria crea visibilidad y requiere líderes en todos los niveles para abordar los problemas. A corto plazo, garantiza que se resuelven los problemas urgentes para cumplir los requisitos inmediatos. A largo plazo, pone de relieve los problemas y no conformidades que se deben abordar mediante el proceso de resolución de problemas estructurados.

Su propósito es proporcionar la capacidad de gestionar los departamentos y sus procesos para asegurar que los procesos son controlados y mejorados.

En específico, el propósito del DMS es:

1. Asegurarse de que se comprenden los roles y responsabilidades
2. Establecer y monitorear KPI's y objetivos en todas las áreas clave de desempeño, en línea con los objetivos estratégicos de la organización
3. Asegurarse que la estabilidad, control y mejora se consolidan en el sitio
4. Facilitar la gestión y mejora
5. Resolver problemas inmediatos o situacionales
6. Identificar oportunidades de mejora y llevar un seguimiento de los proyectos de mejora
7. Mantener mejoras, evitando que los nuevos niveles de desempeño se deslicen hacia los niveles inferiores de desempeño.

Beneficios

Los siguientes son algunos de los beneficios de establecer el DMS:

1. Identificar y resolver problemas de forma eficiente y permanente
2. Eliminar el bajo desempeño

3. Acelerar la toma de decisiones
4. Resultados coherentes y predecibles
5. Empleados que están involucrados y empoderados.

Seguidamente, se describen los elementos que son necesarios para implementar el Sistema de Operaciones Estables y poner en marcha el Sistema de Gestión Diaria.

Trabajo estandarizado

Mediante el trabajo estandarizado, se busca asegurar la repetitividad de los procesos para garantizar productos conformes de acuerdo con las especificaciones y disminuir la variación que existe actualmente. Como parte de la estandarización, se define la operación normal al crear procedimientos operativos estandarizados (SOP) basados en lecciones de un punto y, también, guías de resolución de problemas. Las lecciones de un punto son instrucciones de trabajo simples, visuales y claras sobre los procedimientos que se realizan a la hora de manipular los equipos del área.

Los beneficios que se esperan con los estándares son:

1. Garantizar que los operarios realicen las mismas actividades
2. Identificar las actividades que agregan valor y eliminar aquellas que generan desperdicios
3. Reducir la variación del proceso
4. Fomentar la mejora continua
5. Contribuir al mantenimiento del orden
6. Contar con una base de entrenamiento y de auditoría.

A solicitud de la empresa y por el tema de confidencialidad de la información, se omiten los datos tomados para el establecimiento de los estándares de los procesos, sin embargo, cabe mencionar que, tomando como referencia la Evaluación COA realizada en el Capítulo III y bajo la dirección del líder de mejora continua de la empresa, se crea la documentación compuesta por seis procedimientos operativos estándares y cinco guías de resolución de problemas para la línea de Cortes, y dos procedimientos operativos estándares para la línea de Inyección.

Durante el desarrollo de la documentación fue necesario el apoyo de los diferentes supervisores de la planta relacionados con los procesos del área para validar que la información

fuera la correcta y necesaria. Además, los datos se tomaron directamente de los operadores de ambas líneas. Los estándares creados pasaron por tres diferentes aprobaciones: el visto bueno del líder del proceso, la supervisora del área y el líder de mejora continua.

El objetivo principal de la creación de la documentación consiste en brindar un medio para que los operarios de planta, quienes son los dueños del proceso, dispongan de instrucciones de trabajo que les indiquen cómo se debe realizar el trabajo basado en un procedimiento estandarizado y, de tal forma, evitar la ocurrencia de errores.

La documentación llamada “Lecciones de un punto” consiste en una guía que se compone de procedimientos operativos estandarizados, los cuales se enfocan en los procedimientos que se ejecutan día a día en la producción; los documentos llamados “Guías de resolución de problemas...” corresponden a guías con un enfoque más preciso en el mantenimiento rutinario del equipo, es decir, aquellos ajustes que el operario de producción que maneja el equipo y el técnico de mantenimiento deben ejercer sobre el equipo y sus elementos, esto facilitará que a la hora que se detenga la máquina para aplicar un ajuste se haga uso del instructivo y se evite incurrir en pérdidas de tiempo por espera de otro personal especializado que llegue a atender la situación.

La documentación creada es para uso directo del personal de nivel 1 de la línea (operarios de producción, líderes y técnicos), por ello, se considera incluir la información de forma precisa y clara para una interpretación más sencilla y veraz. Incluso, esta información es clave para capacitar a nuevos operarios y orientar a aquellos que presenten algún tipo de duda con respecto a la manipulación del equipo o alguna variable del proceso.

Se recomienda que, para que el personal tenga acceso a la información, se impriman las guías de los estándares y se coloquen en algún estante seguro de humedad y químicos para evitar su deterioro, o bien, brindar un canal para que los operarios tengan acceso mediante las tabletas electrónicas que se disponen en la planta.

Es indispensable que se capacite al personal en cuanto al uso de los estándares y la importancia del Sistema de Operaciones Estables para que se familiaricen con el nuevo sistema y, de tal modo, poder iniciar con la medición de los cambios. El entrenamiento se impartirá por un facilitador interno y se requiere la presencia de todos los operarios de la línea, líderes, supervisores y los técnicos de mantenimiento asignados al área.

La documentación será resguardada por el departamento de Calidad como parte del sistema de gestión documental de la empresa, en el cual se cuenta con un formato general que otorga un código a cada tipo de documento creado y estos son almacenados en una base de datos electrónica. En el caso que se requiera hacer algún tipo de modificación, el responsable de este tipo de documentos (mejora continua) debe informar a este departamento para que modifique la emisión o versión de las guías.

A modo de resumen, el departamento de Calidad es el encargado del resguardo de los documentos originales, el departamento de mejora continua es el responsable de la trazabilidad y de las respectivas actualizaciones de acuerdo con las pautas que indique el área de producción u operaciones, puesto que si un proceso se modifica los documentos deberán dictar lo que realmente sucede en planta.

A continuación, se muestra el formato utilizado para la creación de los estándares y se describe su contenido.

Figura 36. Formato de procedimiento operativo estándar.

Imagen corporativa	LECCIÓN DE UN PUNTO		Código:	
Tema:			Emisión:	
			Fecha de aprobación:	
Preparado por:			Rige a partir de:	
Depto:	Sector:	Línea:	Aprueba Jefe Depto: <input type="checkbox"/>	Aprueba especialista: <input type="checkbox"/>
<u>Clasificación</u> <input type="checkbox"/> Conocimiento Básico <input type="checkbox"/> Mejora <input type="checkbox"/> Transferencia de conocimiento <input type="checkbox"/> Seguridad y Salud		<u>LUP replicada a:</u> <input type="checkbox"/> Sector <input type="checkbox"/> Línea	Jefes Depto.	
			Firma	
EPP				
				
				
CORRECTO				
FOTOGRAFÍA		DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO		
				
AJUSTES OPERATIVOS		ESPECIFICACIONES		
PROCEDIMIENTO				
FOTOGRAFÍA		¿POR QUÉ?		

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

1. **Encabezado.** Se asigna al documento el nombre de “Lección de un punto” y el tema a tratar, por ejemplo: “Guía para el ajuste de módulo de ala con medallón o *silver dollar*”. Además, se agrega información general sobre el departamento, control del documento, y se señala el EPP (equipo de protección personal) indispensable para realizar la operación.
2. **Fotografía.** Se adjunta una ilustración del elemento del equipo que se evalúa, por ejemplo, un módulo o panel de control.
3. **Descripción general del proceso.** Es una breve introducción al proceso. Se describe en qué consiste el proceso, es decir, cuáles son sus entradas, qué se hace y cuál es el tipo de registro de control que se llevan en la línea.
4. **Ajustes operativos.** Se incluyen los tipos de cambio con respecto a los módulos de la línea y el tiempo promedio de cambio para realizar el ajuste de cada uno.
5. **Especificaciones.** Consiste en las variables del proceso y de las cuales depende el ajuste del equipo. Estas variables corresponden a: tamaño de las aves (pequeño, mediano, grande y extragrande), peso de las aves (kg), velocidad de la banda y velocidad de la línea.
6. **Procedimiento.** Se documenta el paso a paso de cómo el operario realiza el ajuste del equipo (módulo o panel de control) para cumplir con las especificaciones del proceso. Por ejemplo, se indica si la línea requiere estar encendida o apagada, las herramientas requeridas (llaves, tornillos, escalera...), el elemento del módulo que debe manipular, entre otros.
7. **Fotografía pie de página.** En el pie de página se agrega una nueva fotografía en la cual se señalan las partes del módulo que el operario requiere manipular de alguna manera para llevar a cabo el ajuste adecuado (guías, manillas, motor, discos...).
8. **¿Por qué?** Se describe brevemente la importancia o el impacto que tiene el ajuste o el estándar sobre el proceso y se insta a cumplir con los registros de control como parte de la trazabilidad de la información.

Ahora, se presenta el formato creado para las guías de resolución de problemas, estas aplican únicamente a la línea de Cortes debido a la manipulación y ajustes que requieren los diferentes módulos de corte.

El objetivo de estas guías consiste en que el operario pueda desarrollar el mismo procedimiento cada vez que se presenta una falla en el equipo y en aquellos ajustes fuera de su alcance (más especializados) acuda a los técnicos del departamento de mantenimiento.

Seguidamente, se muestra el formato de las guías de resolución de problemas y se describe su contenido.

Figura 37. Formato de guía de resolución de problemas.

Imagen corporativa	Tema				Código:	
					Emisión:	
					Fecha de aprobación:	
Preparado por:					Rige a partir de:	
Depto:	Sector:		Línea:		Aprueban jefes depto: <input type="checkbox"/>	Aprueba especialista: <input type="checkbox"/>
Jefes depto:		Firma:			Firma:	
Descripción del problema				Solución		

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

1. **Encabezado.** Se asigna al documento el nombre de acuerdo con el tipo de ajuste por realizar, por ejemplo: “Guía de resolución de problemas en módulo de ala con medallón o *silver dollar*”. Además, se agrega información general sobre el departamento y lo relacionado con el control del documento.
2. **Descripción del problema.** Corresponde al tipo de falla que presenta alguno de los módulos de cortes. Estos problemas se clasifican en ajustes operativos y ajustes técnicos. Los primeros son realizados por los operarios encargados del equipo y los segundos son ejecutados por el personal de mantenimiento. Entre los ajustes operativos se encuentran: reajuste de guías exteriores e interiores, reajuste de guías de motores, ajuste de la altura del módulo, ajuste del ángulo de los discos de corte, ajuste de cuchillas. Entre los ajustes técnicos se encuentran: falla de discos de corte, falla de motores.
3. **Solución.** Se anota la solución al problema que ocurre con mayor frecuencia y el procedimiento a seguir para llegar a dicha solución. En este punto se considera la importancia de la seguridad del trabajador, por lo cual se indica como primeros pasos realizar el trancado y etiquetado del equipo y portar el equipo de protección personal antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento en la línea.

En adición, se crea un documento que funcione como registro de la capacitación impartida sobre el uso de la documentación.

Figura 38. Formato de capacitación.

Imagen corporativa	Planta Pipasa San Rafael		Código: _____																					
	Registro de Capacitación		Emisión: _____																					
			Fecha de aprobación: _____																					
			Rige a partir de: _____																					
Impartido por: _____			Fecha: _____																					
Nombre del Curso: _____			Duración: _____																					
#	Nombre del participante	N° Cédula / N° Asociado	Firma	Departamento																				
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
Observaciones: _____																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Metodología para dar la capacitación:</th> <th colspan="2">Método de Evaluación (Comprensión del material)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Presentación Power Point</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Evaluación escrita</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Material Didáctico</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Demostración práctica del participante</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Demostración práctica, demostración oral</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Preguntas directas por el instructor a la audiencia (reverso)</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Videos</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Presentación Oral</td> </tr> </tbody> </table>					Metodología para dar la capacitación:		Método de Evaluación (Comprensión del material)		<input type="checkbox"/>	Presentación Power Point	<input type="checkbox"/>	Evaluación escrita	<input type="checkbox"/>	Material Didáctico	<input type="checkbox"/>	Demostración práctica del participante	<input type="checkbox"/>	Demostración práctica, demostración oral	<input type="checkbox"/>	Preguntas directas por el instructor a la audiencia (reverso)	<input type="checkbox"/>	Videos	<input type="checkbox"/>	Presentación Oral
Metodología para dar la capacitación:		Método de Evaluación (Comprensión del material)																						
<input type="checkbox"/>	Presentación Power Point	<input type="checkbox"/>	Evaluación escrita																					
<input type="checkbox"/>	Material Didáctico	<input type="checkbox"/>	Demostración práctica del participante																					
<input type="checkbox"/>	Demostración práctica, demostración oral	<input type="checkbox"/>	Preguntas directas por el instructor a la audiencia (reverso)																					
<input type="checkbox"/>	Videos	<input type="checkbox"/>	Presentación Oral																					

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Indicadores clave de desempeño

Los KPI's o indicadores proporcionan a cada departamento información sobre su desempeño y el efecto de las iniciativas de mejora. Por lo tanto, es importante seleccionar aquellos que proporcionen un reflejo preciso del desempeño en todos los niveles y áreas de entorno de operaciones.

Los indicadores deben permitir al equipo responder rápidamente ante una situación fuera de control, adoptar acciones correctivas, de ser necesario, y tomar en cuenta los niveles de alfabetización del equipo de trabajo, ya que este debe relacionar y comprender el indicador. Se recomienda limitar el número de indicadores a un promedio de cinco para reducir la sobrecarga de información y la pérdida de enfoque.

Al haber puesto en marcha los estándares, se deben establecer medidas de desempeño para mostrar los cambios y progresos al implementar el sistema y visualizarlos en las pizarras de gestión visual, las cuales son indispensables en la estrategia de implementación. Los indicadores deben ser definidos en términos precisos y describir precisamente lo que se está midiendo, además, estos tienen que ser claros, ya que deben ser comprendidos e interiorizados por cualquier miembro del equipo.

Entre los indicadores que se proponen para su incorporación a las pizarras de gestión visual, se encuentran los siguientes:

1. **Eficiencia de línea.** El indicador compara el tiempo real utilizado para producir vs el tiempo estándar (basado en las tasas de producción para cada producto).

Fórmula: $\frac{\text{Tiempo utilizado en el factor de estabilidad}}{\text{Tiempo requerido en el factor de planificación}} \times 100$

2. **Productividad.** El objetivo del indicador es medir la cantidad de libras procesadas por hora hombre de mano de obra. El cálculo debe considerar la mano de obra directa y algunas áreas que son claves para el desarrollo del proceso.

Fórmula: $\frac{\text{Libras producidas}}{\text{Horas hombre trabajadas}}$

3. **Reproceso.** El objetivo del indicador es medir el % de producto terminado que no cumplió con los estándares de calidad o cualquier otro tipo de falla que requirió reproceso.

Fórmula: Libras reprocesadas / Libras producidas x 100

4. **Rendimiento.** El objetivo del indicador es medir el % de aprovechamiento o transformación de las materias primas.

Fórmula: Libras de producto terminado / Libras vivas brutas

5. **DPMO (defectos por millón de oportunidades).** Métrica que expresa cómo está funcionando el producto o proceso, con base en el número de defectos.

Fórmula: Se calcula con base en los lineamientos de FSQR (calidad).

Gestión visual (Pizarras)

Después que se hayan establecido y comunicado los indicadores claves para las líneas o departamentos, estos deben estar visualizados. Deben brindar a los equipos de trabajo retroalimentación sobre su desempeño y también hacer que sus operaciones sean visibles para cualquier persona que camine por el área. Por ello, es importante crear tableros visuales para las reuniones diarias interdisciplinarias que se realizarán por cada equipo de línea de producción. Para tal efecto, se recomienda el uso de pizarras como medio de gestión visual.

Los líderes de equipo y los miembros de equipo requieren capacitación para desarrollar la reunión diaria al utilizar como medio las pizarras, con el objetivo que puedan comprender e interpretar toda la información contenida. Si el liderazgo maneja con seriedad sus visualizadores, los equipos de trabajo también harán lo mismo con estas.

Se diseña una pizarra informativa para representar el día a día de la operación de las líneas de producción. Cada miembro de los equipos debe saber interpretar la información contenida en las pizarras, esto con el fin de crear el sentido de pertenencia y la integración de todo el personal con la implementación del sistema.

Es indispensable que se instalen las pizarras lo más cercanas a las líneas debido a que los equipos de trabajo necesitan tener al alcance la información para su uso y, a la vez, para actualizarla según avance la producción. Estas deben ubicarse en el punto asignado para las reuniones diarias y es posible que se requiera de pequeñas modificaciones en el área de trabajo en cuanto al espacio, algún tipo de soporte para la pizarra e iluminación.

Se recomienda rellenar la pizarra mediante los colores de marcadores asignados según el turno de producción (turno 1 color azul, turno 2 color negro) para evitar la confusión o combinación de datos y asegurarse de ser lo más ordenado posible para lograr mantener la pizarra limpia.

La pizarra diseñada se compone de los siguientes elementos:

6. Cruz de Seguridad y observaciones BBS
7. Plan de Producción
8. Indicadores claves de rendimiento o KPI's
9. Agenda de la reunión diaria
10. Descripción de las desviaciones en el proceso y acciones preventivas inmediatas
11. Revisión diaria de 5S y observaciones
12. Reconocimientos
13. Comunicado entre turnos
14. Ideas de mejora

A continuación, se describe cada punto y se muestra el diseño propuesto de las pizarras de reuniones diarias.

- 1. Cruz de Seguridad y observaciones BBS.** La cruz de seguridad tiene como objetivo representar los días en los cuales no han transcurrido accidentes en las áreas de trabajo. Para ello, se asignan los colores rojo, amarillo y verde mediante el semáforo de seguridad. El color rojo indica un día malo, es decir, que ha ocurrido un accidente; el color amarillo representa un cuasi accidente, en otras palabras, que ha ocurrido un primer auxilio o un incidente sin lesión; y el color verde representa un buen día, un día sin accidentes. En caso de que ocurra algo negativo, se debe anotar en el espacio de observaciones BBS (seguridad basada en comportamiento) y darle seguimiento al hecho, mediante el procedimiento establecido por la empresa.

2. **Plan de Producción.** Se debe señalar en el cuadro del Plan de Producción la meta de producción diaria para determinar si se cumple o no se cumple el plan establecido, la meta debe señalarse con guiones rojos. Cada turno deberá marcar al final del proceso el total diario producido mediante el uso de puntos y estos deben unirse con líneas, siguiendo un orden acumulativo según la escala de producción asignada. Al final, el último turno debe sumar la producción diaria y esta se acumulará con frecuencia semanal o mensual, según necesidad.
3. **Indicadores claves de desempeño o KPI's.** En el caso de los indicadores, a estos también se les debe señalar la meta o porcentaje a alcanzar y se debe completar el cuadro según la medición diaria.
4. **Agenda IDEX (agenda de la reunión diaria).** En la agenda diaria se debe asignar a un operario responsable por cada elemento de la pizarra, los trabajadores se deben rotar con el fin de promover la participación y el aprendizaje entre cada miembro del equipo. La exposición de cada elemento debe ser breve, tardar como máximo un minuto para no extender la reunión más de 10 minutos.
5. **Descripción de DENTS (desviaciones en el proceso) y acciones preventivas inmediatas.** Cuando una actividad o paso del proceso no cumple con el estándar o especificación establecida, se debe anotar en la pizarra la descripción de la desviación (dent), el responsable, la fecha en que ocurrió el evento y una fecha de vencimiento para comprometerse a dar una solución al hecho ocurrido. Además, se tiene que completar el cuadro de acciones preventivas inmediatas para evitar su ocurrencia.
6. **Revisión diaria de 5S y observaciones.** Cada turno debe realizar una revisión o auditoría diaria de 5S, realizada por el operario responsable del elemento, según corresponda. Es importante que se mantenga la disciplina en el área de trabajo y que se vuelva parte de la cultura de la empresa.
7. **Reconocimientos.** Se añade una sección de reconocimientos, este elemento permitirá que se felicite a los trabajadores por el esfuerzo realizado día a día para alcanzar los objetivos, con ello se demuestra el compromiso del equipo y se promueve la motivación.

- 8. Comunicado entre turnos.** Este elemento permitirá que entre los diferentes turnos se comuniquen decisiones o notas importantes que impactaron la operación en un determinado momento, al facilitar la comunicación entre los trabajadores y la gestión del sistema.
- 9. Ideas de mejora.** Se asigna el espacio para proponer ideas de mejora que provengan de los mismos trabajadores del área. Esta es una fuente de retroalimentación y de ella pueden surgir nuevas iniciativas y proyectos que promuevan la mejora continua.

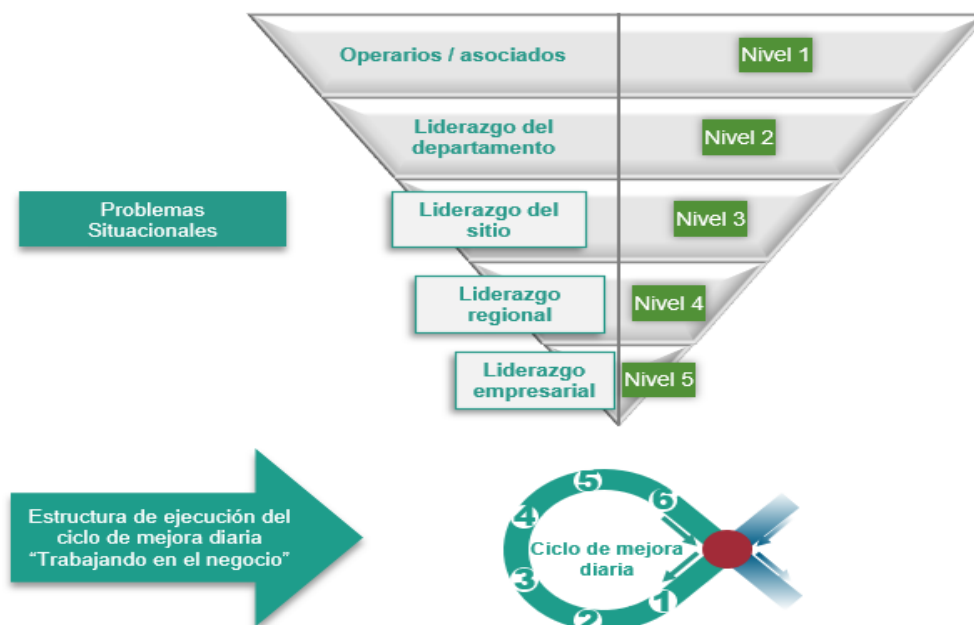
Trabajo en equipo y liderazgo

Para la gestión del sistema, se deben crear equipos de trabajo por cada línea de producción. Es importante que cada equipo sea dirigido por uno o dos líderes, quienes se van a encargar de orientar a los operarios en cuanto al cumplimiento del plan de producción, manejo de indicadores, uso de las pizarras y en la trazabilidad de la información que se requiere en cada una de ellas. Se requiere formar equipos de trabajo y de liderazgo para gestionar las reuniones y resolver los problemas rutinarios que se presenten.

Seguidamente, se muestra la estructura de los equipos de trabajo.

1. Se identifica como nivel 1 a los operarios y líderes de producción.
2. Se identifica como nivel 2 al liderazgo del departamento, es decir, supervisores de las áreas.
3. Se identifica como nivel 3 al liderazgo de la planta, es decir, superintendentes y gerencia.
4. Se identifica como nivel 4 al liderazgo regional.
5. Se identifica como nivel 5 al liderazgo empresarial.

Figura 40. Estructura de equipos y liderazgo.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Las diferentes estructuras de ejecución deben trabajar en conjunto en favor del sistema y de la resolución de problemas. Mediante la pirámide invertida, se busca eliminar las limitaciones para empoderar a los trabajadores al mostrar efectividad en el logro de objetivos dinámicos de comunicación y prácticas laborales.

Tipos de reuniones

Las siguientes reuniones son esenciales en el Sistema de Gestión Diaria:

1. Reunión gerencial del sitio
2. Reunión del departamento
3. Reunión de la revisión diaria de operaciones

Para que el sistema funcione eficazmente, se tiene la expectativa de que la gestión del sistema y las reuniones departamentales se produzcan periódicamente y sean eficaces. A continuación, se describen los tipos de reuniones.

Reunión gerencial.

La reunión debe realizarse de forma mensual o con mayor frecuencia. Se espera que esta reunión incluya a los superintendentes y gerencia en el nivel de sitio, por ejemplo, producción, calidad, planificación, ventas, ingeniería, distribución, finanzas y recursos humanos, con el objetivo de establecer una dirección para el sitio, revisar el desempeño de las operaciones de la planta y abordar problemas estratégicos. Entre sus responsabilidades se encuentran:

1. Comunicar la visión de cambio
2. Generar un sentido de la urgencia
3. Apoyar al personal de implementación
4. Identificar las ganancias rápidas
5. Integrar TRACC con otras iniciativas del sitio
6. Impulsar procesos de gestión del cambio
7. Desarrollar una estrategia de mejora
8. Evalúa el desempeño y la práctica
9. Proporciona apoyo al equipo de implementación
10. Garantiza una implementación efectiva
11. Aborda los recursos, barreras y riesgos en el sitio

12. Modela los nuevos comportamientos
13. Mantiene contacto con el liderazgo regional
14. Promueve el intercambio de mejores prácticas
15. Institucionaliza nuevas prácticas y ganancias
16. Asume la responsabilidad para el éxito.

Reunión del departamento.

Deben realizarse de forma semanal o con mayor frecuencia, según sea necesario. Estas reuniones deben incluir a los supervisores de departamento y sus empleados, por ejemplo, el supervisor de operaciones con supervisores de turnos y líderes de equipo para revisar el comportamiento de los procesos en cuanto al cumplimiento de los indicadores. Entre las responsabilidades de los supervisores se encuentran:

1. Mantiene un plan detallado de la implementación TRACC
2. Implementa mejores prácticas TRACC
3. Comunica el proceso de implementación TRACC
4. Monitorea las mejoras de KPI's y objetivos
5. Persigue ganancias rápidas
6. Nutre nuevas prácticas y comportamientos
7. Apoya al personal de implementación
8. Coordina la capacitación TRACC
9. Construye compromiso hacia la implementación
10. Se reporta ante el liderazgo del sitio y en el nivel regional
11. Identifica posibles problemas
12. Busca aportaciones de equipos de trabajo
13. Ayuda a compartir conocimientos

Reunión de la revisión diaria de operaciones.

Consiste en establecer una reunión diaria de revisión de las operaciones. Esta reunión consiste en un equipo multidisciplinario de representantes de todos los departamentos operativos que se reúnen diariamente para revisar el desempeño en las últimas 24 horas y para resolver problemas, el objetivo es entregar informes y analizar lo que ocurre diariamente en la planta de acuerdo con las reuniones diarias de equipos, el resultado de los indicadores y el uso de las pizarras.

La comunicación periódica entre la gerencia y las reuniones departamentales es esencial para proporcionar retroalimentación y mantener el enfoque y la alineación. Los procesos de comunicación adecuados asegurarán que se brinda retroalimentación en ambos niveles con relación con el desempeño, problemas y acciones correctivas. La comunicación debe ser efectiva y eficiente, debe estar dirigida al público y producirse verticalmente entre los niveles de gestión, así como horizontalmente entre departamentos.

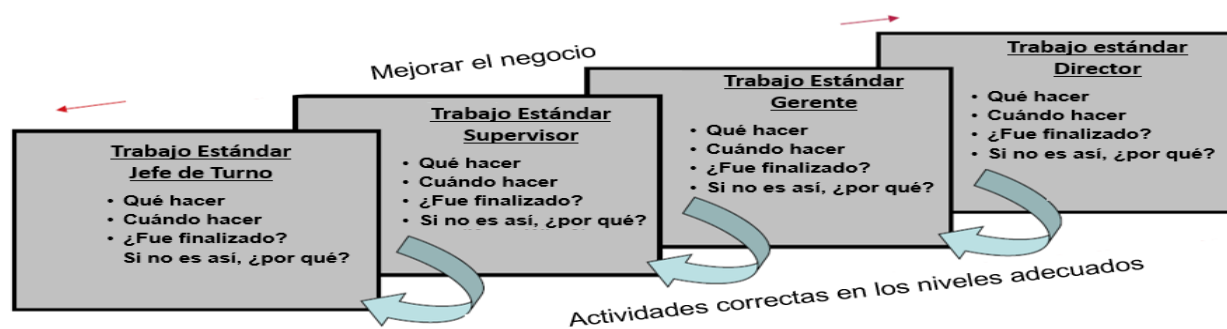
Es importante que los problemas más complejos y sistémicos se asignen a especialistas o a equipos de proyectos para realizar una investigación y establecer una resolución más detallada. Además, se debe considerar integrar las reuniones del Sistema de Gestión Diaria y las actividades relacionadas en un marco de Trabajo Estándar del Líder (LSW, por sus siglas en inglés), el cual se explica a continuación.

Trabajo Estándar de los Líderes (*Leader Standard Works*)

El Trabajo Estándar de los Líderes (LSW) es un elemento clave del Sistema de Gestión Diaria. Consiste en determinar qué trabajo actual es necesario cambiar a fin de reducir el desperdicio o el trabajo que no añade valor. Proporciona estructura y rutina a los líderes, establece estándares para comportamientos esperados y aumenta la responsabilidad midiendo “lo real vs lo planeado”. La estandarización en general y el trabajo estandarizado, evitan que se retroceda en los esfuerzos de mejora. El trabajo estándar del líder (LSW) es fundamental para sostener el avance.

Por lo tanto, tiene un gran impacto en el comportamiento y en el desempeño de los trabajadores. Más concretamente, proporciona una estructura y rutinas que identifican quién es el responsable de acciones específicas, cuáles son las acciones y cuándo deben ejecutarse.

Figura 41. Trabajo estándar del líder.



Nota: (TRACC, 2018).

A medida que los procesos cambian y las personas aprenden, el trabajo estándar del líder debe cambiar a la par de esto. Cabe resaltar que el liderazgo debe llevar un entrenamiento basado en el trabajo estándar, el cual será impartido por un facilitador interno.

Pasos para crear el trabajo estándar del líder:

1. Programar reuniones estándar
2. Identificar tareas estándar mediante la eliminación del desperdicio tanto en sus rutinas como en los procesos
3. Poner el estándar por escrito
4. Capacitar e incentivar a sus equipos

Beneficios

1. Proporciona estructura que prioriza las rutinas críticas en el día, semana o mes de todos los líderes
2. Encuentra las actividades clave para garantizar la rendición de cuentas en todos los niveles
3. Establece sistemas claros y estructurados que pueden aprender rápidamente los nuevos líderes
4. Documenta el estado actual de las mejores prácticas en la gerencia
5. Hace que el sistema de gestión sea explícito y proporciona una línea de base para la mejora continua
6. Garantiza que el trabajo de mejora sea parte de la rutina para todos los niveles de la gerencia.

Análisis de Pérdidas y Desperdicios

Como parte del sistema y de la responsabilidad del liderazgo, el análisis de pérdidas y desperdicios es fundamental para identificar oportunidades de mejora para reducir las pérdidas en el lugar de trabajo. El análisis se debe repetir de forma rutinaria y debe estar apoyado por ejercicios similares en el área y en los niveles departamentales.

La gerencia debe proporcionar orientación en lo que respecta al enfoque de pérdidas y desperdicios y, para ello, el liderazgo debe ser capacitado mediante un taller. El facilitador interno

y los especialistas seleccionados tomarán la iniciativa de realizar el análisis de pérdidas y desperdicios en conjunto al liderazgo.

Pasos del proceso

1. Comprender los diferentes tipos de desperdicio
2. Confirmar los objetivos claves de la estrategia de mejora del sitio
3. Sobre la base del tipo de proceso del sitio, considerar las principales categorías de pérdidas del sitio
4. Decidir el periodo de revisión, medir las pérdidas y cuantificarlas en términos financieros a medida de lo posible
5. Analizar las pérdidas con más detalle, siempre que sea posible, y priorizar las pérdidas importantes
6. Resumir los resultados en una plantilla
7. Identificar las pérdidas que potencialmente pueden ser proyectos de mejora de ganancias rápidas y hacer recomendaciones al SSC

El desperdicio es un concepto que se refiere a cualquier actividad o proceso que absorbe recursos sin agregar valor, por ejemplo, producir productos para los cuales no hay demanda inmediata o agregar características que el cliente no necesita, o tener máquinas caras que están inactivas debido a una falla.

La siguiente tabla proporciona una descripción de estos desperdicios de acuerdo con el tipo de proceso que maneja la planta:

Figura 42. Los 7 desperdicios.

7 Desperdicios Capitales	Descripción	Cómo "ver"
Sobreproducción	Producir más de lo que el cliente requiere.	Altos niveles de trabajo en proceso (WIP), plan de producción incierto y un mal cumplimiento del programa
Movimiento	Cualquier movimiento del equipamiento o por los empleado que no agregue valor	El movimiento excesivo de los operarios y el equipamiento, la ubicación del equipamiento y los materiales no es claro, los controles y pantallas no son fáciles de acceder, los operarios suelen estar en posiciones incómodas
Esperar	Cualquier empleado o equipamiento que esté disponible, pero espera alguna forma de entrada	Operarios que esperan al equipamiento incorrecto, mal definido o que no hay procedimientos operativos estándar, operarios o empleados de mantenimiento que no están trabajando o están buscando elementos
Inventario	Materia prima excesiva, WIP o productos terminados	Los límites de nivel de inventario se superan o no se establecen, el material está en malas condiciones, existencia obsoleta del inventario
Corrección	Producto defectuoso que requiere de reelaboración	Presencia de contenedores de grandes residuos, áreas de espera grandes, áreas de reelaboración y exceso de inspección
Procesamiento	Uso de capacidad excesiva o energía sin agregar valor	Hornos que no funcionan, equipamiento que no operan a la velocidad diseñada, equipamientos de alta capacidad haciendo tareas más pequeñas
Transportación	Movimiento innecesario y manipulación del material	Largas distancias entre las estaciones de trabajo de procesamiento, muchos transportadores o partes de cruce, flujo y materiales defectuosos manejados varias veces

Nota: (TRACC, 2018).

Clasificación de pérdidas y desperdicios

Las áreas de enfoque y la naturaleza de las pérdidas y desperdicios también dependerán de las principales categorías de pérdidas y del tipo de proceso. Por lo tanto, es necesario comprender las principales categorías de pérdidas y desperdicios más prevalentes en el sitio, dependiendo del tipo de proceso.

Las pérdidas (oportunidades pérdidas) y desperdicios (desperdicios internos) en las operaciones se pueden agrupar en diferentes categorías, dependiendo de su área de enfoque o tipo de proceso. Se deben decidir las categorías de pérdidas y desperdicios más aplicables y el nivel de detalle que se debe utilizar para el sitio.

En general, estas pérdidas y desperdicios se pueden clasificar como lo siguiente:

Pérdida del tiempo de producción

Se refiere al tiempo perdido debido a las fallas del equipo o cambio debido a que los operarios esperan material o instrucciones. El resultado final es que las operaciones están inactivas y que no se produce producción.

Desperdicio de material

Esto se refiere a los rechazos, reelaboración, derrames, sobrellenado, pérdidas del proceso de arranque, diseño deficiente o ajustes de procesos subóptimos que dan lugar a bajos rendimientos. En estos casos, se requiere material adicional para completar una corrida de producción.

Pérdidas laborales

Se refiere a los costos laborales innecesarios debido a empleados improductivos, demasiados empleados, horas extras excesivas, absentismo elevado, falta de capacidades y falta de relleno de mano de obra debido a un alto absentismo.

Pérdidas por inventario

Niveles excesivamente altos de inventario en los almacenes de materias primas y de embalaje, el trabajo de planta en proceso o los almacenes de productos terminados. En todos los casos, el efectivo está atado a un inventario en lugar de ser más productivo en otras partes. El inventario excesivo también desperdicia el espacio, lo cual conduce a la obsolescencia y da como resultado cancelaciones.

Costos operativos excesivos

Esto se refiere a desperdicios de energía, costos de mantenimiento excesivos, consumibles desperdiciados o costos de transporte innecesario debido a una mala planificación, por ejemplo.

Pérdidas por tipo de proceso

Por lo general, el tipo de pérdidas y desperdicios más prevalentes en el sitio vendrá determinado por el tipo de proceso de producción.

Proceso continuo

En un proceso de producción continuo y con mucho capital, el enfoque principal es evitar que la planta costosa se detenga y, por lo tanto, causar desperdicios de espera.

Procesos en lote.

En los procesos en lote, el enfoque principal es reducir los tiempos de preparación y reducir el WIP.

Proceso de montaje

En los procesos de montaje el flujo de materiales es el enfoque.

Cualquier actividad que no agregue valor será un desperdicio. La reelaboración o desecho también pueden ser un factor de desperdicio importante (pérdida de materiales y tiempo de producción perdido). Debido a la dificultad de crear flujo, WIP y el inventario de materias primas también podrían ser excesivos (pérdida de inventario).

Cuantificar las pérdidas

Una vez identificadas y categorizadas las pérdidas, se debe tomar una decisión sobre el periodo en el que se analizarán estas pérdidas, por ejemplo, los próximos 12 meses. Una vez que se decide este periodo de revisión y se reúne el nivel apropiado de datos detallado, cada pérdida debe ser cuantificada de forma financiera y verificada por los empleados de finanzas.

Priorizar las pérdidas

El objetivo del análisis de pérdidas y desperdicios es establecer una justificación clara para orientar las pérdidas específicas. Esta es una decisión importante, ya que tiene implicaciones para la asignación de recursos y mejora del desempeño. Por lo tanto, es necesario determinar una base sólida para priorizar las pérdidas. Tener una manera razonable de cuantificar cada pérdida es el punto de partida.

Resumir las pérdidas

Se recomienda capturar las pérdidas en una plantilla estandarizada para aclarar la producción global y los supuestos asociados de una sola opinión. El aspecto más importante es utilizar la plantilla de forma continua para reflejar el progreso en la reducción de las pérdidas e identificar nuevas prioridades en el futuro.

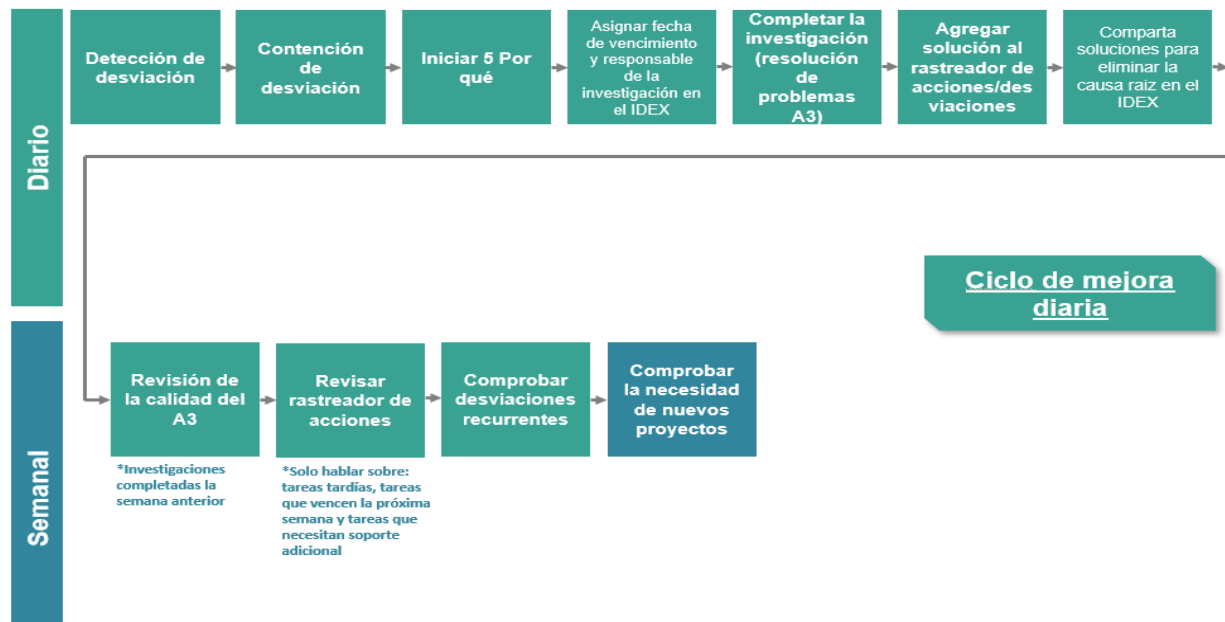
Proceso de detección de desviaciones en el proceso

Tanto el liderazgo como los equipos de línea deben estar capacitados para detectar desviaciones en el proceso. Una desviación se da cuando un indicador que es clave dentro del proceso no cumple con la meta establecida para lograr la estabilidad. Cuando se identifica una desviación, se debe seguir el procedimiento para atender las desviaciones que surgen del proceso y se asigna a responsables para su resolución.

Una forma sencilla de identificar las desviaciones es mediante los indicadores de las pizarras, puesto que en ellas se trazan las metas por alcanzar. En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo que debe seguir una persona al detectar una desviación.

Figura 43. Diagrama de detención de desviaciones.

Proceso de diálogo de desempeño



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Los responsables asignados a este proceso de diálogo de desempeño son:

1. **Operario.** Es el encargado de la detección de la desviación puesto que es la persona dueña del proceso, es decir, es la persona que se mantiene todo el tiempo en la producción. Cuando se detecta la desviación, debe contenerla e iniciar un 5 por qué, la cual es una técnica de preguntas utilizadas durante la fase de análisis de problemas para buscar sus posibles causas principales.
2. **Equipo de reuniones diarias de nivel 1.** Es el responsable de asignar la fecha de vencimiento y el responsable de la investigación en la reunión diaria.
3. **Persona asignada.** Es la persona encargada de completar la investigación y buscar soluciones para eliminar la causa raíz en la reunión diaria, esto mediante la herramienta de solución de problemas A3, herramienta que permite separar y destacar lo fundamental para la identificación y resolución de problemas, al actuar como una herramienta de comunicación estandarizada.

4. **Gerente de planta.** Tiene la responsabilidad de revisar la calidad de los A3 desarrollados.
5. **Equipo de reunión diaria.** Es el encargado de revisar el rastreador de acción y revisar las desviaciones recurrentes.

Herramientas de resolución de problemas

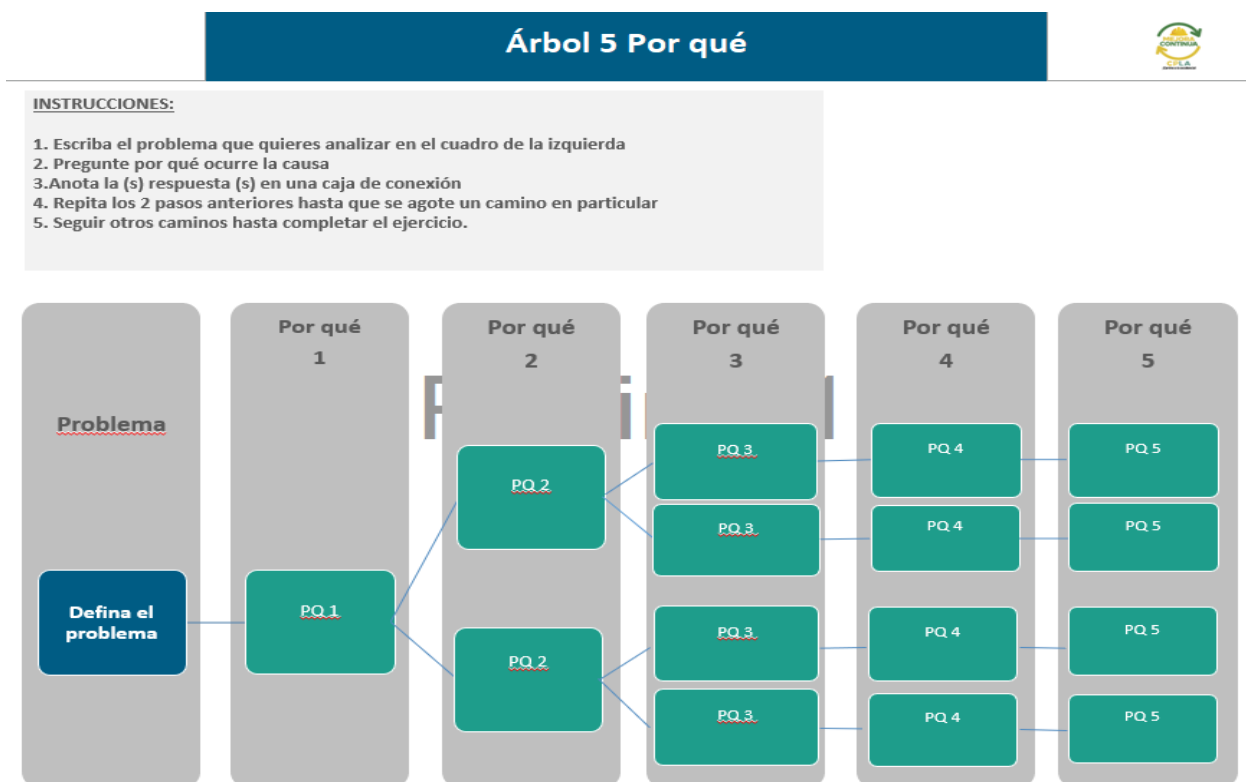
Las siguientes son herramientas de resolución de problemas desarrollados para atender las desviaciones que se presenten en el proceso.

1. **Árbol 5 por qué.** Para todas las desviaciones que se presenten en el proceso. Debe ser realizado por el operario que identificó el problema.
2. **A3 Reporte de solución de problemas.** Debe realizarse al menos uno por semana para la desviación más crítica. Es responsabilidad de la persona asignada para completar la investigación.

Árbol 5 por qué

Es un proceso simple y estructurado para profundizar en cualquier problema. Es el proceso de preguntar "por qué" repetidamente cuando un problema ocurre hasta que se descubre su causa raíz. Se muestra el formato diseñado a continuación.

Figura 44. Árbol 5 por qué.



Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Beneficios de usar un 5 por qué:

1. Enseña a las personas a buscar las causas raíz, a no contener el problema “apagando fuegos de los síntomas”.
2. Cuando nos centramos en "por qué", se tiene más probabilidad de concentrarse en la causa raíz y menos probabilidad de centrarse en la reacción natural de "quién".




¿Cómo usar 5 por qué?

1. Si no puede responder inmediatamente un "por qué", vaya y observe hasta que pueda ver la condición
2. Probar cada respuesta preguntando: "¿Si elimino esto, la respuesta anterior desaparece?" Si la respuesta es "no" no ha respondido "por qué" correctamente
3. Se aplica con éxito cuando se puede describir el problema en términos de una actividad, conexión o flujo
4. Enfóquese en los elementos que puede controlar.

A3 Reporte de solución de problemas

La plantilla A3 de solución de problemas permite que, en una sola hoja, se pueda dar seguimiento al problema y a su progreso. El proceso A3 de solución de problemas consta de cuatro etapas principales que siguen de cerca el proceso DMAIC: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. A continuación, se muestra el formato creado.

Figura 45. A3 Resolución de problemas.

A3 Reporte de Solución de problemas				
Planta de Proceso		Fecha evento		
Departamento		Fecha análisis		
Desviación				
Miembros del equipo		 Líder de equipo		
DEFINIR EL IMPACTO		DETERMINAR LA SOLUCION Y EL PLAN DE ACCIÓN		
¿Qué medida impactó?	¿Cuándo se descubrió?	Realice una lluvia de ideas que ayuden a solucionar las causas raíces identificadas. (véase Matriz Esfuerzo & Beneficio)		
¿Quién lo descubrió?	¿Dónde se descubrió?	Causa Raíz	#	Acciones
¿Qué repercusión tuvo en el negocio?	Indicar el tipo de pérdida		Solución 1	
Descripción del Problema			Solución 2	
			Solución 3	
			Solución 4	
			Solución 5	
			Solución 6	
			Solución 7	
			Solución 8	
			Solución 9	
			Solución 10	
			Solución 11	
			Solución 12	
			Solución 13	
			Solución 14	
			Solución 15	
			Solución 16	
		Acciones de contención rápidas		Responsable
1				
2				
3				
DETERMINAR LA CAUSA RAÍZ		Desarrollo e implementación de Soluciones (utilice la matriz de Esfuerzo/Beneficio para priorizar las soluciones)		
Resuma la información consignada en el 5 PQ o en el Ishikawa (utilice los formatos adjuntos) Coloque imagen del método utilizado (Dar clic a método a utilizar: 5 Porque, o Diagrama Causa y Efecto)		#	Acciones	Responsable
 		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		5		
Descripción de la Causa Raíz		Monitoreo de resultados:		
Causa raíz 1		MEJORAR EL TRABAJO ESTÁNDAR Y LA SUSTENTABILIDAD Tipo de trabajo estándar: marque con una "X" todos los que correspondan		
Causa raíz 2		Lección de un punto	Procedimiento operativo estándar	Condición operativa estándar
Causa raíz 3		Detalles del cambio	Detalles del cambio	Detalles del cambio
Causa raíz 4		Guía de resolución de problemas	Plan de control	Trabajo estándar del líder
		Detalles del cambio	Detalles del cambio	Detalles del cambio
				Fecha de actualización de estándares
				Aprobación del Gerente

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Etapas de la plantilla de resolución de problemas A3:

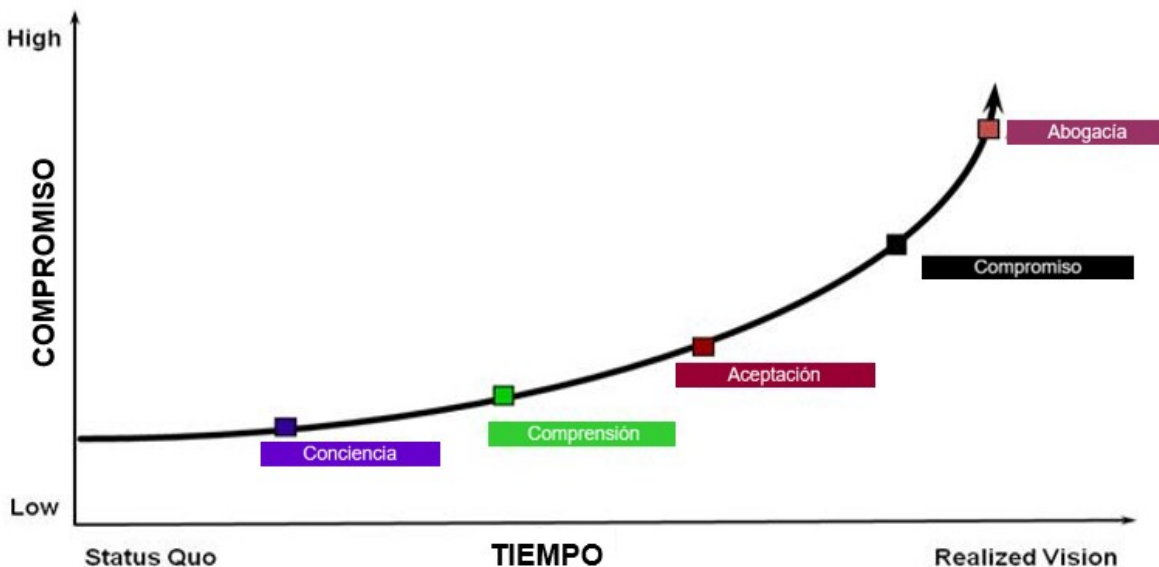
1. **Definir el impacto.** Se define el problema, se busca entender bien el estado actual, se recaba información y datos para ayudar a definir el problema, también, se logra determinar la medida clave que recibe el impacto y la oportunidad para el negocio. Mientras mejor se comprenda el estado actual, mejor se podrá encontrar las soluciones correctas.
2. **Determinar la causa raíz.** El equipo recaba datos y sostiene diálogos con las partes interesadas para que sepan del problema y ayudarlos a determinar las “causas raíz”, esto se hace usando métodos como: 5 Por qué y diagramas de espina de pescado.
3. **Determinar la solución y el plan de acción.** Hacer una “lluvias de ideas” para obtener soluciones que eliminen las “causas raíz”. El equipo esta empoderado para identificar soluciones sostenibles, entonces podemos preguntar: ¿Evitará esto que el problema vuelva a suceder? La mayoría de los problemas tienen muchas soluciones posibles y deberán ser priorizadas mediante un proceso de esfuerzo-beneficio, esto ayuda a ver las mejores soluciones que se pueden ejecutar en el momento.
4. **Mejorar el trabajo estándar y la sustentabilidad.** Es donde se determina cómo se va a dar sostenimiento a las mejoras y cómo se van a integrar a los procesos al modificar el trabajo estándar. Este es un paso crítico que ayuda a asegurar consistencia en el proceso y a establecer nuevas líneas de referencia. Los estándares proporcionan visibilidad y ayudan a detectar diferencias que, a su vez, permiten mejorar los productos y procesos.

Mejorar estándares

Puesto que el Sistema de Mejora Diaria está enfocado en mejorar continuamente los procesos una vez que se establecen los estándares y se capacita a los equipos para la ejecución de las diferentes prácticas o elementos que conforman el sistema, es importante tomar los aprendizajes y mejorar los estándares de operación que ya han sido creados y auditarlos para asegurar su sostenimiento. Con ello, se retoma el ciclo de mejora diaria y los principios que lo componen para alcanzar cada vez mayor estabilidad en los procesos.

Es significativo mencionar que detrás de la implementación de todo sistema existe cierto nivel de resistencia por parte de algunos de los involucrados y se debe considerar la gestión del cambio. Para su ejecución es importante considerar la curva de compromiso, la cual tiene como objetivo mover a las partes interesadas a lo largo de la "curva de compromiso" para desarrollar capacidades sostenibles y acelerar la obtención de beneficios.

Figura 46. Curva de compromiso



Nota: (TRACC, 2018).

Seguidamente, se describen sus elementos.

1. **Conciencia.** Los grupos de interés conocen el cambio y su finalidad. “Saben sobre esto”
2. **Comprensión.** Las partes interesadas tienen un conocimiento sólido de los beneficios y las implicaciones del cambio para ellos. “Explicar el cambio a los demás”
3. **Aceptación.** Las partes interesadas apoyan el cambio, creen que vale la pena y están abiertas a participar. “Apoyan el cambio positivamente”
4. **Compromiso.** Las partes interesadas se comunican de forma proactiva y toman las medidas necesarias para respaldar el cambio. “Actuar en nombre de”
5. **Abogacía.** Las partes interesadas toman medidas para mejorar y mantener el desempeño. “Sostener el cambio”.

Es de suma importancia que con la implementación de los nuevos cambios los trabajadores se sientan integrados y, por tal razón, tanto la gerencia como el liderazgo deben motivar a los equipos y desarrollar capacitaciones para alinear a todos con el nuevo sistema. Con las capacitaciones se espera obtener los siguientes beneficios:

1. Desplegar con éxito la estrategia de mejora
2. Gestionar eficazmente el cambio de la organización
3. Desarrollar líderes capaces de impulsar el cambio
4. Involucrar a los empleados a través del proceso de cambio
5. Crear agilidad sostenible de cambio
6. Crear una organización abierta al aprendizaje a través del intercambio efectivo de conocimientos.

Rediseño en la línea de Inyección

Ahora, para efecto de dar una solución al cuello de botella que se presenta en la línea de inyección y con la oportunidad de reducir los costos variables y mantenimiento con la compra de un equipo, se propone un rediseño de la línea actual. Para ello se cotiza la compra del nuevo equipo con expertos de acuerdo con las necesidades de producción y con el respaldo del departamento de mantenimiento.

Entre las características del nuevo equipo se encuentran:

1. Inyectora con mayor capacidad de inyección de producto (fresco y congelado)
2. El transportador (banda transportadora) contará con tres carriles: una banda central y dos bandas laterales (actualmente, dispone solo de dos carriles)
3. La banda central tiene por objetivo transportar el producto empacado. La velocidad de la banda central será más rápida que su velocidad actual, es decir, correrá el doble de rápida que las bandas laterales
4. Las bandas laterales correrán a la misma velocidad actual
5. Compuertas desmontables de entrada y de salida de producto
6. Cajones para bolsas plásticas de empaque (4 depósitos)
7. Soportes para selladoras de bolsas (4 soportes y 4 selladoras)
8. Cajón de almacenamiento con compuerta de descarga
9. Un total de 8 estaciones o puestos de trabajo

En general, los beneficios esperados son:

1. Reducción de los tiempos de empaque del producto al disponer de selladoras de bolsas que facilitarán al operario la acción de anudar la bolsa y mejorar su tiempo estándar
2. Mayor ergonomía, puesto que la banda cuenta con soportes de ajuste de altura
3. Aumento de la productividad y eficiencia de la línea, dado que la inyectora cuenta con mayor capacidad de inyección por producto, obteniendo un beneficio con la retención del líquido. Además, el carril adicional en la banda permite que se trabaje a doble capacidad de producción y se eliminan los desperdicios identificados.
4. Se aprovecha la mano de obra actual al aumentar la capacidad del proceso. De acuerdo con la política, se acuerda mantener a 8 operarios en la línea de empaque debido al nuevo diseño, no obstante, los 3 operarios restantes se reubicarán en otro departamento que presenta escasez de personal y/o se le asignarán otras funciones.

Evaluación Económica

Una parte importante de un proyecto es analizar la viabilidad desde el punto de vista financiero para saber cuál es la capacidad que tendría el proyecto para hacer frente a los pagos que se originen debido a sus costos directos. Los flujos de caja fueron proyectados según el horizonte de planificación, resultando en flujos positivos y la asignación del capital para ejecutar el proyecto ronda los 825 000 dólares.

Se realiza la evaluación económica con la finalidad de conocer qué tan factible es el proyecto con respecto de la inversión. El estudio financiero se generó con formato de Cargill para la evaluación de proyectos, sin embargo, se reservan datos por cuestión de confidencialidad de la información.

Dentro de la evaluación se consideran los costos asociados a la compra del nuevo equipo y su instalación, el salario remunerado en la ejecución del proyecto y las herramientas necesarias para la implementación del Sistema de Operaciones Estables.

A continuación, se presenta el cálculo de la inversión y se obtiene el VAN, TIR y periodo de recuperación.

Figura 47. Cuadro de resumen de Estudio financiero.

Cuadro de resumen de Estudio financiero	
En miles de dólares	
Costo del proyecto y medidas financieras:	Valor
Asignación de capital	\$ 825
Capital de trabajo operativo incremental	\$ -
Gastos iniciales de puesta en marcha antes de impuestos	\$ -
Fondos totales solicitados	\$ 825
Valor presente de los flujos de efectivo libres (horizonte de planificación)	\$ 2 216
Valor presente del valor terminal	\$ -
VAN	\$ 1 391
TIR	43,40%
Recuperación de la inversión fija	2,2

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

Financieramente, se adquiere una TIR de 43,40%, dato que resulta mayor al 25% que establece la empresa como viable. En cuanto al periodo de recuperación, la inversión inicial se recupera en un plazo de 2,2 años y la política de proyectos establece que se debe recuperar la inversión en al menos 5 años para que pueda ser aprobado por el negocio, por lo tanto, el proyecto de inversión es apto para llevarse a cabo.

De acuerdo con los datos calculados junto con la ingeniera de procesos, con la compra del nuevo equipo se disminuyen los costos variables unitarios directos (COGS) en \$484.000 al año dado que aumenta el rendimiento del producto y se disminuyen los gastos de mantenimiento de equipo en \$6.000 al año, de acuerdo con el dato brindado por el departamento de mantenimiento.

Plan de Implementación

Para lograr impartir los entrenamientos del sistema en general, se recomienda seguir la siguiente programación. Cada sesión tiene una duración de 3 horas y puede organizarse según la disponibilidad de horarios y de la política de la empresa, no obstante, se estima una duración de cuatro semanas para las diez sesiones programadas.

Además, se añaden las demás actividades que son necesarias de ejecutar para la implementación del proyecto, incluyendo la compra del equipo, que abarca el tiempo desde la licitación hasta la puesta en marcha.

Figura 48. Programa de capacitación.

Operaciones Estables y Ciclo de Mejora Diaria Programa de Capacitación		
Sesión	Agenda	Duración
1a	Introducción, enfoque fundacional de CMES y TRACC Principios del Ciclo de Mejora Diaria	3 horas
1b	Principio 1 - Estabilidad del proceso - Consistencia de la evaluación de la operación (COA) y plan para mejorar	3 horas
2a	Principio 2 (Parte 1) – Establecer medición de rendimiento - KPI	3 horas
2b	Principio 2 (Parte 2) - Establecer mediciones de rendimiento - Capacidad de línea base, objetivos SF, PF y Q1 y Q3	3 horas
3	Principio 3 - Diálogo sobre el rendimiento - Reuniones, Gestión Visual y Ciclo Diario/Proyecto	3 horas
4	Principio 4 - Entender la variación en tiempo real - Orígenes de desviaciones, seguimiento de desviaciones	3 horas
5	Principio 5 - Corregir desviaciones - Resolución de problemas 5 por qué, reporte A3	3 horas
6	Principio 6 - Nuevo trabajo estándar - Visión general de Trabajo Estándar del Líder	3 horas
7	Principio 7 - Evaluación y plan del Ciclo diario	3 horas
8	Informe del sitio & Taller de reuniones diarias/mensuales	3 horas

Nota: Ruth Nohemi Solano Zúñiga.

REFERENCIAS

- Achance, W. (2018). Estandarización de procesos en la línea de producción de balanceado de pollos en la empresa Molinos Anita para incrementar la productividad. Ecuador.
- Andrade, A. M., Del Río, C. A., & Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información tecnológica*, 30(3), 83-94. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>
- Arenhart, J., & Martins, R. (04 de junio de 2018). *Blog de la calidad*. Obtenido de <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-pareto/>
- Barros, O. (2004). *Ingeniería e-Business Ingeniería de Negocios para la Economía Digital*. Santiago, Chile: LOM EDICIONES S.A. doi:10.13140/2.1.3071.5209
- Cargill. (2020).
- Ceballos, M., & García, C. (2019). Propuesta de diseño del puesto de trabajo de despresado en el área de empaque en la empresa Agroavícola Sanmarino S. A. Colombia.
- Ekon. (08 de diciembre de 2020). Obtenido de Ekon.es: <https://www.ekon.es/blog/diagrama-procesos-empresa/>
- Envira. (21 de agosto de 2018). Obtenido de Envira.es: <https://envira.es/es/que-es-el-sistema-haccp/>
- Escaida, I., Jara, P., & Letzcus, M. (2016). Mejora de procesos productivos mediante Lean Manufacturing. *Trilogía UTEM. Facultad de Administración y Economía*, 28(39), 26-55. doi:<http://repositorio.utem.cl/handle/30081993/992>
- Fontalvo, T., de la Hoz, E., & Morelos, J. (2017). La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*, 15(2), 47-60. doi:<http://dx.doi.org/10.15665/rde.v15i2.1375>
- Gasperin, M. (2017). Rediseño de la línea de producción del área de vísceras, en el Rastro TIF 388 de Grupo Gusi S.P.R. de R.L. de C.V. México.

- Gómez, E., & Henao, J. (2016). Propuesta de mejoramiento de la eficiencia en los procesos de empaque de cintas y reatas textintas a través del rediseño de planta para Eka Corporación S. A. Colombia.
- González, O., & Romero, L. (2017). Diseño del sistema de producción y operaciones para la línea de embutidos cárnicos en el Grupo Éxito. Colombia.
- Hernández et al. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL.
- ISOTools Excelence*. (2020). Obtenido de <https://www.isotools.org/soluciones/procesos/kpis-indicadores>
- ISOTools EXCELLENCE*. (15 de julio de 2016). Obtenido de <https://www.isotools.org/2016/07/15/definir-mapear-procesos/>
- Lean Manufacturing*. (05 de julio de 2020). Obtenido de Lean Manufacturing10: <https://leanmanufacturing10.com/desperdicios-lean-manufacturing>
- Malagié et ál. (s.f.). Industria Alimentaria. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, 1-35. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+67.+Industria+alimentaria>
- Malagié, M., Jensen, G., Graham, J., & Smith, D. L. (s.f.). Industria Alimentaria. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, 1-35. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+67.+Industria+alimentaria>
- Malagié, M., Jensen, G., Graham, J., & Smith, D. L. (s.f.). Las industrias alimentarias, sus materias primas y procesos. [Figura 3]. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+67.+Industria+alimentaria>

- Malpica, A., Pérez, A., Arredondo, K., & Solís, M. (2018). Reducción de desperdicios en el área de empaque. *Revista Aristas: Investigación Básica y Aplicada*, 6(12), 234-238. doi:<http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/revistaaristas/numeros/N12/articulos/234-238.pdf>
- Martín, J. (29 de agosto de 2018). *Cerem* . Obtenido de <https://www.cerem.es/blog/que-es-y-como-hacer-una-matriz-de-priorizacion>
- Muther, R. (1970). *Distribución en Planta*. New York: McGraw Hill Book Company .
- Proaño, D., Gisbert, V., & Pérez, E. (2017). Metodología para elaborar un plan de mejora continua. *3C Empresa*, 50-56. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.50-56>
- Raffino, M. E. (27 de noviembre de 2018). Obtenido de <https://concepto.de/excel/>
- Raffino, M. E. (19 de junio de 2020). Obtenido de <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>
- Salazar, B. (20 de junio de 2019). *Ingeniería Industrial online*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/diagrama-bimanual/>
- Salazar, B. (16 de junio de 2019a). Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/>
- Salazar, B. (20 de junio de 2019b). Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/estudio-de-movimientos/>
- Salvendy, G. (2001). *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*. New York, USA: John Wiley & Sons.
- Santis, A. D. (2017). REDISEÑO DE PROCESOS PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD PRODUCTIVA EN CANTIDAD EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE CORTINAS. Santiago, Chile.
- Scientec*. (09 de noviembre de 2019). Obtenido de <https://www.scientec.com.mx/minitab/>
- Solís, L. D. (07 de mayo de 2019). *Investigalia*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-de-investigacion-la-naturaleza-del-estudio/>
- TRACC*. (2018). Obtenido de <https://portal.traccsolution.com>

Vieira, D. (21 de abril de 2019). *rockcontent*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-diagrama-de-ishikawa/>

Vivanco, M. (2017). Los manuales de procedimientos como herramientas de control interno de una organización. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(2), 247-252.
doi:<http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

Anexo 2. Selladora de bolsas JETFLIX Dupla.



Anexo 3. Cálculo de ahorro anual en COGS para producto fresco.

F R E S C O	#	KGS ANNUAL	KGS MENSUAL	FRESCO	MIX X FAMILIA	Inyección Actual	Retención Actual	% merma empaque actual	Inyección Proyectada	Retención Proyectada	% merma empaque Proyectada	Costo Carnes (\$/lb)	Carnes	Salmueras	Cogs actual	Carnes	Salmueras	Cogs proyectado	dif	ahorro mensual \$
	1	1 741 589	145 021	Pechuga DSP	16,4%	22,00	19,50	2,50	24	21,5	2,5	1,14	0,954	0,013	0,967	0,938	0,014	0,952	0,015	\$ 4 716,54
	2	4 579 360	381 320	Piernamuslo	43,2%	22,00	18,50	3,50	24	20,5	3,5	0,556	0,469	0,013	0,482	0,461	0,014	0,476	0,007	\$ 5 742,18
	3	766 169	63 798	Piernamuslo DSP	7,2%	22,00	19,50	2,50	24	21,5	2,5	1,05	0,879	0,013	0,892	0,864	0,014	0,878	0,014	\$ 1 900,56
	4	427 401	35 589	Pechuga C/H sin ala	4,0%	22,00	18,50	3,50	24	20,5	3,5	0,556	0,469	0,013	0,482	0,461	0,014	0,476	0,007	\$ 535,93
	5	2 120 131	176 542	Trozos sobrantes 1/8	20,0%	18,00	14,50	3,50	20,5	20,5	3,5	0,556	0,486	0,011	0,497	0,461	0,014	0,476	0,021	\$ 8 254,08
	6	0	0	Pollo entero tenderizado	0,0%	16,00	13,00	3,00	18	15	3	0,556	0,492	0,010	0,502	0,483	0,011	0,495	0,008	\$ -
	7	437 101	36 397	Muslo	4,1%	22,00	18,50	3,50	24	20,5	3,5	0,556	0,469	0,013	0,482	0,461	0,014	0,476	0,007	\$ 548,09
	8	536 640	44 686	Pollo entero tenderizado + marinado	5,1%	16,00	14,00	2,00	18	16	2	0,556	0,488	0,010	0,498	0,479	0,011	0,490	0,007	\$ 725,02
	9	0	0	Piernita	0,0%	22,00	18,50	3,50	24	20,5	3,5	0,556	0,469	0,013	0,482	0,461	0,014	0,476	0,007	\$ -
	10	0	0	Pollo 1/8	0,0%	22,00	16,00	6,00	24	18	6	0,556	0,479	0,013	0,499	0,471	0,014	0,486	0,007	\$ -
	11	0	0	Ala																
12	0	0	1/2 pollo tenderizado																	\$ 22 422,40
											2,80	0,00			269276	\$	269 069			
TOTAL		10 608 392	883 353	204008	100,0%	20,90	17,71	3,19	23,70	20,51	3,19			0,595			0,584			
																\$/LB	0,012			

Anexo 4. Cálculo de ahorro anual en COGS para producto congelado.

C O N G E L A D O	#	KGS ANNUAL	KGS MENSUAL	CONGELADO	MIX X FAMILIA	Inyección Actual	Retención Actual	% merma empaque actual	Inyección Proyectada	Retención Proyectada	% merma empaque Proyectada	Costo Carnes (\$/lb)	Carnes	Salmueras	Cogs actual	Carnes	Salmueras	Cogs proyectado	dif	ahorro mensual \$
	1	604 519	50 377	Piernamuslo	15,8%	28	24,45	3,55	30	27,15	2,85	1,14	0,916	0,016	0,932	0,897	0,017	0,913	0,019	\$ 2 074,19
	2	553 065	46 089	Pechuga DSP	14,5%	28	25,15	2,85	30	28	2	0,556	0,444	0,016	0,460	0,434	0,017	0,451	0,009	\$ 928,52
	3	1 688 870	140 739	Pollo entero tenderizado	44,2%	20	17	3,00	26	23	3	1,05	0,897	0,012	0,910	0,854	0,015	0,869	0,041	\$ 12 694,55
	4	506 850	42 238	Trozos sobrantes 1/8	13,3%	24	20,79	3,21	30	26,45	3,55	0,556	0,460	0,014	0,474	0,440	0,017	0,456	0,018	\$ 1 664,35
	5	255 160	21 263	Pechuga C/H sin ala	6,7%	28	24,45	3,55	30	26,79	3,21	0,556	0,447	0,016	0,463	0,439	0,017	0,455	0,007	\$ 347,95
	6	0	0	Ala	0,0%	28	24,79	3,21	30	26,45	3,55	0,556	0,446	0,016	0,461	0,440	0,017	0,456	0,005	\$ -
	7	191 432	15 953	Muslo	5,0%	28	24,45	3,55	30	26,45	3,55	0,556	0,447	0,016	0,463	0,440	0,017	0,456	0,006	\$ 217,99
	8	0	0	1/2 pollo tenderizado	0,0%	28	24,45	3,55	30	27,15	2,85	0,556	0,447	0,016	0,463	0,437	0,017	0,454	0,009	\$ -
	9	19 392	1 616	Piernamuslo DSP	0,5%	28	25,15	2,85	30	27,15	2,85	0,556	0,444	0,016	0,460	0,437	0,017	0,454	0,006	\$ 21,82
	10	0	0	Piernita								0,556	0,556	0,000	0,556	0,556	0,000	0,556	0,000	\$ -
	11	0	0	Pollo 1/8																
12	0	0	Pollo entero tenderizado + marinado																	\$ 17 949,38
											-4,5			215393	\$	215 392,51				
TOTAL		3 819 289	318 274	73448	100,0%	23,9	20,8	3,2	28,2	25,3	2,9			0,736			0,710			
																\$/LB	0,026			
GRAN TOTAL		14 427 681	1 201 627				4,51	0,21							\$/LB	0,026				
																				\$ 484 461,33

Anexo 5. Inversión total.

Inversión total	Total	\$825 346,74
------------------------	--------------	---------------------

Ingresos

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ahorro	\$484 461	\$484 461	\$484 461	\$484 461	\$484 461	\$484 461	\$484 461	\$484 461	\$484 461	\$484 461

Egresos

	Futuro	Actual	Diferencia
Disminución gastos mantenimiento	\$35 857,54	\$42 315,09	-\$6 457,55
Total			-\$6 457,55