

AUTOMATIZACIÓN

Plan para la reducción del costo de operación en la planta de producción de embutidos en la Salsamentaría Santander Ltda. a través del uso de maquinaria y equipos.

Dayana Andrea Durán Bohórquez

198861

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Floridablanca

2016

AUTOMATIZACIÓN

Plan para la reducción del costo de operación en la planta de producción de embutidos en
Salsamentaría Santander Ltda. a través del uso de maquinaria y equipos.

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

INGENIERA INDUSTRIAL

Dayana Andrea Durán Bohórquez

198861

Directora del Proyecto

Orlando Federico González Casillas

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Floridablanca

2016

Contenido

	pág.
Introducción	12
Generalidades de la empresa	13
Estructura organizacional.....	14
Diagnóstico de la empresa	16
Descripción de las edificaciones	16
Identificación de ventajas y oportunidades de mejora	16
Delimitación del problema.....	18
Antecedentes	19
Justificación.....	21
Objetivos	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos	22
Marco teórico	23
Seis sigma	23
Metodología de resolución de problemas del sistema Seis Sigma.....	23
Definir	23
Medir	23
Analizar	24

AUTOMATIZACIÓN

Mejorar	24
Controlar	24
Toma de tiempos	25
Equipo para el estudio de tiempos	25
Elementos del estudio de tiempos	26
Inicio del estudio	29
Diagrama Ishikawa.....	30
Cartas de control	31
Diseño metodológico	33
Diagnóstico de los procesos de producción	35
Maquinaria y equipo	37
Definición de productos	40
Salchicha	40
Jamón	40
Salchichón	40
Chorizo	40
Mortadela	40
Equipos requeridos para cada producto	41
Caracterización de los procesos de producción	43
Toma de tiempos	43

AUTOMATIZACIÓN

Salchicha	43
Jamón	44
Salchichón	45
Chorizo.....	46
Mortadela	46
Conclusión	47
Diagramas de flujo de productos.....	48
Salchicha	49
Jamón	51
Salchichón	53
Chorizo.....	55
Mortadela	57
Causas críticas	59
Cartas de control	59
Diagrama de Ishikawa.....	63
Impacto económico y productivo de la propuesta.....	66
Transporte neumático.....	66
Estado actual	67
Costo de implementación.....	70
Ahorro por la implementación	72

AUTOMATIZACIÓN

Mejoramiento del transporte a básculas.....	72
Estado actual	72
Costo de implementación.....	73
Ahorro por la implementación	74
Beneficio total de la implementación del programa de tecnificación	75
Horas de trabajo liberadas para otros procesos	76
Periodo de recuperación de la inversión	76
Costo operación planta.....	77
Cronograma y presupuesto de implementación de la propuesta de tecnificación	79
Conclusiones	81
Bibliografía	83

Listado de tablas

	pág.
Tabla I Generalidades de la empresa	14
Tabla II Símbolos para la elaboración de diagramas de proceso	28
Tabla III Descripción de los equipos para la producción en Salsan	37
Tabla IV Relación entre el equipo requerido y los productos.....	41
Tabla V Muestra para estudio de tiempos para la salchicha	43
Tabla VI Muestra para estudio de tiempos para el jamón.....	44
Tabla VII Muestra para estudio de tiempos para el salchichón	45
Tabla VIII Muestra para estudio de tiempos para el chorizo	46
Tabla IX Muestra para estudio de tiempos para la mortadela.....	47
Tabla X Estudio de tiempos para la preparación de materia prima seca	67
Tabla XI Estudio de tiempos para el transporte de materia prima seca	68
Tabla XII Estudio de tiempos para agregar la materia prima seca	68
Tabla XIII Kilogramos de materia prima seca del estado actual	69
Tabla XIV Mano de obra del estado actual del transporte neumático	69
Tabla XV Kilogramos de materia prima seca procesados manualmente una vez implementada la propuesta	70
Tabla XVI Mano de obra de la implementación del transporte neumático	71
Tabla XVII Equipo de transporte neumático	71
Tabla XVIII Ahorro por la implementación del transporte neumático.....	72
Tabla XIX Mano de obra del estado actual de las básculas.....	73

AUTOMATIZACIÓN

Tabla XX Mano de obra de la implementación y mejoramiento del transporte a básculas	73
Tabla XXI Mejoramiento del transporte a básculas.....	74
Tabla XXII Ahorro por la implementación y mejoramiento del transporte a báscula.....	75
Tabla XXIII Beneficio de la propuesta de tecnificación.....	76
Tabla XXIV Horas libres disponibles para otros procesos	76
Tabla XXV Periodo de recuperación de las propuestas.....	77
Tabla XXVI Costo Operación planta en el estado actual	77
Tabla XXVII Costo Operación planta en el estado actual	78
Tabla XXVIII Presupuesto para la implementación de la propuesta	80

Listado de gráficas

	pág.
Gráfica I. Carta de control para la salchicha.	60
Gráfica II. Carta de control para el Jamón.	60
Gráfica III. Carta de control para el salchichón.	61
Gráfica IV. Carta de control para el chorizo.	62
Gráfica V. Carta de control para la mortadela.	63
Gráfica VI Paralelo entre el sistema actual y el sistema tecnificado	75

AUTOMATIZACIÓN

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: Plan para la reducción del costo de operación en la planta de producción de embutidos en la Salsamentaría Santander Ltda. a través del uso de maquinaria y equipos

AUTOR(ES): Dayana Andrea Durán Bohórquez

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR(A): Orlando Federico González Casillas

RESUMEN

Automatizar los procesos de producción de embutidos en Salsamentaria Santander Ltda. da lugar a la estandarización las operaciones, lo cual garantizar un flujo de actividades representando ventajas frente a la competencia en lo referente a la planificación de la producción con el fin de generar productos que cubran la demanda creciente de las ventas ante la apertura a nuevos mercados. En este estudio se realiza un diagnóstico inicial del proceso de producción junto con la caracterización de las operaciones de los productos seleccionados. Luego, se definen las causas críticas con el fin de generar programas de automatización de mejoren las condiciones del proceso y representen una reducción de costo operación planta.

PALABRAS CLAVES:

Automatización, embutidos, producción, transporte neumático, costo operación planta

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

AUTOMATIZACIÓN

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Plan to reduce operating costs in sausages production plant in Salsamentaria Santander Ltda. through the use of machinery and equipment

AUTHOR(S): Dayana Andrea Durán Bohórquez

FACULTY: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR: Orlando Federico González Casillas

ABSTRACT

Automate sausages production processes in Salsamentaria Santander Ltda. leads to standarized operations, which ensure a flow of activities representing advantages over the competition in terms of the production planning in order to generate products that meet the growing demand for sales to the opening of new markets. In this study, an initial diagnosis of the production process along with the characterization of the selected operations is performed. Then, the critical causes are defined in order to generate automation programs conditions to improve processes and represent a reduction in plant operation cost.

KEYWORDS:

Automation, sausages, production, pneumatic transport, plant operation cost

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

AUTOMATIZACIÓN

Introducción

La automatización de los procesos se hace imperativa para la reducción del costo de la operación de la planta de producción minimizando la variabilidad en la productividad fruto del agotamiento de los colaboradores a lo largo del día.

Por otro lado, la automatización apoya la estandarización de la producción dando paso a una programación mucho más precisa con el fin de atender las necesidades del mercado en busca de la sostenibilidad económica de la compañía.

Por esta razón, en este estudio se presenta la caracterización de cada uno de los procesos de producción para la referencia más vendida dentro de cada línea de productos. Se identifican las causas críticas y se presenta una propuesta de automatización junto con su análisis económico y productivo.

AUTOMATIZACIÓN

Generalidades de la empresa

Salan cuenta con una planta de producción ubicada en la ciudad de Bucaramanga, desde allí abastece sus centros logísticos ubicados en las ciudades de Barrancabermeja, Cúcuta, Barranquilla, Santa Marta, Cartagena, Valledupar, Ibagué, Montería, Riohacha, Maicao, San Andrés, Leticia y otras ciudades importantes del país.

Sus recursos le dan la capacidad de abastecer todos los requerimientos de carnes frías de acuerdo al perfil del cliente, para lo cual cuenta con varias líneas de marcas según las exigencias del producto que el consumidor tiene y en presentaciones ajustadas a las necesidades:

Línea Premium: Zurich.

Línea estándar: Salsan.

Línea de pollo: Rooster.

Línea low Price: Milonchi.

Cuenta con canales de distribución tales como canal tradicional, canal retail, puntos de venta, puntos de ventas saludables y ventas por catálogo.

Por su calidad, en 2011 obtuvo el premio Gacela Misión Pyme por su formalidad, la evolución de la empresa, aspectos financieros, la incursión en nuevos mercados y las herramientas tecnológicas utilizadas. Además, se encuentra certificada con la norma NTC ISO 9001:2008 de ICONTEC lo que garantiza que sus productos se encuentren estandarizados y certificados por su calidad.

En la Tabla I se presenta la información general de la Salsamentaría Santander Ltda. (Salsan), teniendo en cuenta aspectos como la razón social, la actividad económica, los productos, sus recursos humanos, una corta reseña histórica, entre otros.

AUTOMATIZACIÓN

Tabla I
Generalidades de la empresa

Aspecto	Descripción
Razón Social	Salsamentaría Santander Ltda.
Actividad económica	Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos, código CIIU 1011.
Planta de trabajo	La empresa cuenta aproximadamente con 141 colaboradores: 79 directos y 62 temporales.
Teléfono	+57 (7) 6301616
Dirección	Planta principal Avenida La Rosita # 17-26 Bucaramanga – Santander.
Reseña Histórica	Compañía que tiene sus orígenes en una emprendedora familia santandereana y un ingeniero alemán especialista en embutidos, quien aportó todos sus conocimientos en la tradicional forma alemana de preparar jamones y salchichas, inicialmente se hizo una sociedad en el año de 1960 en la ciudad de Pamplona (norte de Santander) y luego la empresa quedó bajo el control total de la familia santandereana, y este trasladó su centro a la ciudad de Bucaramanga en el año de 1965. Salsamentaría Santander Ltda. Hoy Salsan es un ejemplo de emprendimiento, creatividad y tesón en el cual cada miembro de la familia fundadora aportó sus conocimientos y experiencia, así como todas sus energías hasta llegar a ser una compañía reconocida en el país, por el valor agregado de sus productos, marcas y excelente servicio al cliente.
Misión	Elaborar alimentos con los mejores estándares de calidad, al gusto del consumidor objetivo, lo cual garantice total satisfacción de estos y vean a SALSAN como la compañía preferida al momento de elegir sus alimentos esto gracias al trabajo consciente y coordinado de todos los trabajadores de la empresa, los cuales se sienten orgullosos de trabajar en esta, y con la capacidad del trabajo en equipo orientada a investigación y desarrollo para crear nuevas experiencias alimenticias a nuestros consumidores.
Visión	Ser una Holding para el 2018, con participación en diferentes categorías de alimentos de alto potencial de crecimiento y de capacidad exportadora, a través de empresas planificadoras y sincronizadas generando sinergias, enfocadas a generar nutrición y bienestar a los consumidores, obteniendo un crecimiento rentable permanente y seguro para nuestros inversionistas.

Fuente: Autor con base en (Salsan, 2016)

Estructura organizacional

La empresa cuenta en su estructura organizacional con la asamblea de socios, junta directiva, revisoría fiscal, gerencia, dirección, jefatura, auditoría S.G.C y demás.

AUTOMATIZACIÓN



Figura I. Estructura organizacional Salsan

Fuente: Autor con base en (Rico, 2016)

AUTOMATIZACIÓN

Diagnóstico de la empresa

Descripción de las edificaciones

Salsamentaría Santander Ltda. es una PYME dedicada a la elaboración de embutidos, cuenta con una planta de producción que fue construida hace 56 años y poco a poco ha sido modificada para adecuarla a las necesidades que el tiempo trae consigo; las instalaciones abarcan un área de aproximadamente 3000 m² distribuidos de la siguiente manera:

Edificio administrativo; en el primer nivel se encuentra local de venta detal, escaleras de acceso a oficinas. En el segundo nivel esta la recepción, cafetería, sala de juntas, oficina de talento humano, tesorería, auditoria. En el tercer nivel se encuentra gerencia con baño privado, ventas, contabilidad, archivos y un baño general.

Edificio de producción; se observa el sótano con la sub estación eléctrica, en el primer nivel esta toda el área de producción, cocción, cuartos fríos para producto en proceso y producto terminado y la zona de despachos. En el segundo nivel se aprecia el área de empaques, la bodega de materia prima seca, oficinas de ventas TYP, de compras y de los ingenieros de calidad y alimentos.

Parqueadero; en esta zona se encuentra el casino, la bodega de mantenimiento, el equipo de lavado de canastillas, la zona de descargue de materia prima cárnica y los cuartos fríos.

Identificación de ventajas y oportunidades de mejora

Por otro lado, al identificar los centros de trabajo se podría llegar a pensar que la infraestructura de la planta genera una desventaja para llevar acabo los procesos; como por ejemplo la recepción de materia prima seca, que resulta ser algo agotador y representa mucho esfuerzo para el encargado trasladarlas hasta el segundo nivel para ser almacenadas y después regresar al primer nivel y entregarla a los operarios de producción, con el fin de iniciar el proceso de mezclado. Una

AUTOMATIZACIÓN

vez finaliza el mezclado, los colaboradores deben verificar el peso de los carros cúter con pasta a lo largo de los procesos, lo cual representa un costo por desplazarse hasta la báscula. Seguidamente se realiza el proceso de embutido y horneado, para después pasar al área de empaque en el segundo nivel y finalmente regresar al primer piso a ser almacenadas a los cuartos fríos. Como se puede observar la distribución de la planta provoca una serie de desplazamientos de un nivel a otro generando pérdidas de tiempo e ineficiencia para la producción.

AUTOMATIZACIÓN

Delimitación del problema

América latina cuenta con los terrenos adecuados para la ganadería y Colombia aparece como el cuarto país con la mayor producción de carne bovina con un consumo per cápita que ha aumentado en 8,4% desde el 2007. Por estas razones, Colombia se postula como un destino de inversión extranjera atractivo para el sector cárnico (Procolombia, 2016). Por lo tanto, el crecimiento del sector supone una oportunidad para cautivar nuevos mercados a nivel nacional e internacional.

En cuanto al desarrollo de las actividades, se busca aumentar la productividad, al producir las mismas cantidades para abastecer la demanda con recursos tecnificados. Sin embargo, la producción cuenta con un área limitada, luego es necesario encontrar un equilibrio entre la mano de obra y las maquinas. La revista Dinero (2013) menciona que las empresas deben apostar por procesos tecnológicos más complejos en productos cárnicos.

Luego, una solución factible para reducir las horas extras de personal es la automatización de los procesos de producción, ya que las personas presentan un desgaste que disminuye su productividad a lo largo del día de trabajo, mientras las maquinas siguen un flujo de operaciones programadas sin reducir drásticamente su capacidad de producción con mantenimientos cada cierto periodo de tiempo.

Entonces, teniendo en cuenta, el crecimiento del consumo de carnes, la apertura a nuevos posibles mercados, la posibilidad de la exportación, el área de producción, se plantea el problema de la automatización de las operaciones y aparece la pregunta de investigación: ¿Cómo a través del uso de maquinaria y equipos es posible reducir el costo de las operaciones de la planta de producción de Salsan?

AUTOMATIZACIÓN

Antecedentes

La automatización de la producción de alimentos cárnicos tiene un precedente en la planta OSI Group ubicada en West Jordan, Utah, EE.UU. En OSI se producen productos cárnicos frescos y congelados que varían desde tocino ahumado hasta piezas de pollo fresco. Sus dos plantas comparten un puerto de entrada de 5 puertas, aunque operan de manera independiente. El lado más moderno diseñado para salchichas y embutidos secos está equipado con un sistema de 2800 imanes que sirven para conducir 4 robots a través de “autopistas” en los pasillos. Cada día los robots se programan de acuerdo con las necesidades de producción que haya ese día. Como ejemplo práctico, el robot toma un estante vacío de 18 pies, carga este estante y lo transporta a la sala de cocción, cuando este proceso finaliza, es el mismo robot transporta el estante lleno de producto a las habitaciones de secado donde pasa las primeras semanas de su vida. Una vez que el producto alcanza el índice de humedad en la proteína y demás atributos que necesita para cumplir con los estándares de calidad requeridos, las mismas habitaciones de secado se convierten en enfriadores. Durante todo el proceso el contacto humano es mínimo, lo cual permite reducir el riesgo durante la fase en la que el producto está crudo (Industria Alimenticia, 2014).

Al interior de Salsan Ltda. también se han realizado proyectos para el análisis y mejoramiento del proceso productivo de la fábrica donde se realizó un diagnóstico para analizar las operaciones identificando las entradas y las salidas. Además, los investigadores a través de un diagrama de Pareto identificaron que las líneas de productos más representativas con base en las ventas son el salchichón con un 43%, salchicha con un 16,19%, mortadela con el 14,79% y chorizo con el 12,74% (Cala Gómez & Olaya Baez, 2010).

Por otro lado, durante el 2012 se realizó un estudio de tiempos para las diferentes referencias producidas por la Salsamentaría Santander Ltda. realizado por Pabón, Gómez, & Téllez

AUTOMATIZACIÓN

(2012) donde se encontró el tiempo de las líneas de producción de Salsan para cada uno de sus productos.

AUTOMATIZACIÓN

Justificación

Desde el punto de vista personal, realizar esta investigación permite comprender el funcionamiento al interior de una organización y aprender a hacer parte de los procesos productivos para proponer mejoras que incentiven la retroalimentación por parte de los directivos del área y la organización en busca de generar aportes que impulsen cambios que impacten directamente los procesos de producción, las ventas y por ende hagan a la empresa aún más competitiva.

En el ámbito profesional, es imperativo para el desarrollo de un ingeniero industrial aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la vida universitaria y llevarlos a la realidad de la industria con el fin de generar cambios que afecten directamente el crecimiento de la empresa desde el interior para fortalecerla. Por lo tanto, automatizar los procesos para la producción de embutidos permite estandarizar las operaciones y garantizar un flujo que suponga ventajas frente a la competencia en cuanto a la planificación con el fin de generar productos que cubran a futuro el crecimiento de las ventas ante la apertura a nuevos mercados.

La automatización de los procesos como solicitud de la dirección administrativa de Salsan Ltda. se justifica en la búsqueda por la reducción de los costos de mano de obra y la variabilidad en la productividad ya que los colaboradores se fatigan con el paso del tiempo. Además, estandarizar la producción permite crear planes de producción precisos con el fin de atender las necesidades del mercado a nivel nacional aumentando directamente la utilidad.

AUTOMATIZACIÓN

Objetivos

Objetivo general

Diseñar un plan para la reducción del costo de operación en la planta de la Salsamentaría Santander Ltda. a través del uso de maquinaria y equipos.

Objetivos específicos

Diagnóstico del proceso de producción de las distintas referencias de Salsan Ltda., con base en la aplicación de la metodología Seis Sigma.

Caracterizar los procesos de producción de Salsan Ltda., mediante diagramas de procesos y registros de tiempos, con el fin de identificar las entradas y salidas del proceso y considerar las causas principales que afectan la productividad de la planta.

Identificar las causas críticas para la variabilidad en el tiempo de operación de Salsan Ltda., para establecer el nivel de automatización adecuado para mejorar la productividad de la planta.

Establecer el nivel de impacto económico y productivo, según la propuesta de implementación de automatización en la planta de producción.

Proponer un cronograma y presupuesto para la automatización de los procesos de producción.

Marco teórico

Seis sigma

Seis Sigma es el proceso DMAMC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Este proceso logra que las mejoras planteadas sucedan y se mantengan, se va de una declaración del problema a una implementación de la solución, con muchas actividades en medio. El DMAMC es la clave para el método de solución de problemas de Seis Sigma (Sánchez, 2005).

Metodología de resolución de problemas del sistema Seis Sigma

Seis Sigma no es simplemente un programa estadístico; utiliza la estadística para la toma de decisiones racionales y medibles acerca de los procesos de una empresa. El objetivo es entonces producir resultados Seis Sigma y revelar fuentes de dinero que de otro modo nunca se descubrirían. Las medidas estadísticas y las métricas son la clave para encontrar esas oportunidades ocultas (Sánchez, 2005).

Definir

Se deben definir los aspectos crónicos en el departamento u organización. Es fundamental que se defina los parámetros del proyecto. Debe expresarse el alcance del proyecto y comprender el resultado esperado. Comprendiendo su alcance y su secuencia en forma exacta, su duración, lo que examinará, sus metas, las herramientas y el personal necesario para alcanzarlas (Sánchez, 2005).

Medir

La etapa de Medir es una continuación lógica a la de Definir y es un puente a la siguiente, Analizar. La etapa de Medir tiene dos objetivos principales. El primero es la toma de datos para validar y cuantificar el problema. El segundo es empezar a obtener los datos y los números que nos puedan dar las claves para identificar las causas del problema (Sánchez, 2005).

AUTOMATIZACIÓN

Analizar

Busca comprender por qué se producen los defectos y plantear las causas. A veces, las causas raíces de un problema son evidentes. Cuando lo son, los equipos pueden moverse rápidamente a través del análisis. Sin embargo, las causas no son visibles en la mayoría de los casos ya que se encuentran en procesos obsoletos, perdidas entre los procesos realizados por operarios haciendo el trabajo a su manera y sin documentarlo, año tras año. Cuando esto ocurre, se deben generar herramientas para su manejo por lo que deben considerarse muchos tipos de causas (Sánchez, 2005).

Mejorar

Las soluciones que ataquen las causas principales del problema y que sean consideradas factibles no se encuentran fácilmente. Una vez que esas nuevas ideas se desarrollan, tienen que ensayarse, refinarse e implementarse. ¿Por qué las nuevas soluciones de verdad son tan costosas? La otra razón es que las soluciones de verdad creativas son siempre escasas. Diversos ejercicios de creatividad ayudan al equipo a sacudir su modo de pensar y enfocar la generación de ideas con nuevos métodos. El equipo también puede examinar otras empresas y otras divisiones de la empresa para ver si pueden tomar prestadas de ellas “mejores prácticas” (Sánchez, 2005).

Controlar

En esta fase, se sigue documentando y controlando los procesos por medio de las métricas que se definió y otras herramientas de medida para evaluar su capacidad a lo largo del tiempo. En algunos casos, la fase de Controlar nunca existe, porque ha eliminado el problema por completo. Siguiendo con la secuencia lógica del DMAMC, la fase de Controlar le permite mantener un nivel alto de calidad y productividad. Al hacer un mapa de sus procesos, y al medir y analizar cada factor, sabe cómo mejorar y controlarlos. Estos

AUTOMATIZACIÓN

mecanismos de control pueden ser tanto macros como micros en su extensión. Ahora se sabe lo que se debe hacer para conseguir cambios duraderos y provechosos. Se sabe lo que funciona y lo que no funciona. Ahora se dispone de un mapa para mantener el rumbo correcto (Sánchez, 2005).

Toma de tiempos

Con el fin de mostrar de manera global el estudio de tiempos, a continuación, se presenta la teoría escrita por Niebel & Andris (2014) en la décimo tercera edición de su libro Ingeniería Industrial de Niebel: métodos, estándares y diseño del trabajo que se verá ampliada y complementada a través de otros autores.

El principio fundamental en la industria es que el empleado merece un pago justo diario, por el que la compañía merece un día de trabajo justo. Un día de trabajo justo puede definirse como la cantidad de trabajo que puede producir un empleado calificado cuando trabaja con un ritmo estándar y usando de manera efectiva su tiempo, donde el trabajo no está restringido por limitaciones del proceso.

Equipo para el estudio de tiempos

El equipo mínimo requerido para realizar un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, una forma para el estudio y un tablero de estudio de tiempos.

Cronómetro

En la actualidad se usan dos tipos de cronómetros, el tradicional y el electrónicos, sin embargo, son preferibles los cronómetros electrónicos dada su resolución y bajo costo.

AUTOMATIZACIÓN

Tablero de estudio de tiempos

Al momento de registrar los datos del estudio de tiempos y sostener el cronómetro, es recomendable utilizar un tablero que debe ser ligero, fuerte y dar el apoyo suficiente para la forma de estudio de tiempos.

Formas para el estudio de tiempos

Todos los detalles del estudio de tiempos se registran en esta forma. Se considera pertinente tener en cuenta información como descripción, operación, nombre, máquina, herramientas, departamento y condiciones generales de la operación.

Elementos del estudio de tiempos

Para asegurar el éxito, los analistas deben ser capaces de inspirar confianza, ejercitar su juicio y desarrollar un acercamiento personal con todos aquellos con quienes tenga contacto. Deben entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio: seleccionar al operario, analizar el trabajo y desglosar en sus elementos, registrar los valores elementales de los tiempos transcurridos.

Selección del operario

El primer paso para comenzar un estudio de tiempos consiste en seleccionar el operario con la ayuda del supervisor de línea o supervisor del departamento. En general un operario que tiene un desempeño promedio o ligeramente por arriba del promedio proporcionará un estudio más satisfactorio que uno menos calificado o con habilidades superiores. Por supuesto, el operario debe estar capacitado en el método, le debe gustar el trabajo y debe demostrar interés en hacerlo bien. Además, debe estar familiarizado con los procedimientos y prácticas del estudio de tiempos.

AUTOMATIZACIÓN

Registro de información significativa

El analista debe registrar las máquinas, herramientas manuales, soportes, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número del operario, departamento, fecha del estudio, nombre del observador.

Si las condiciones de trabajo durante el estudio son diferentes a las condiciones normales para esa tarea, afectarán el desempeño del operario, como consecuencia se agregaría una holgura al tiempo.

Posición del observador

El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies atrás del operario, de manera que no lo distraiga o interfiera con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor comodidad y seguir los movimientos del operario; durante el curso del estudio, el observador debe evitar cualquier conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo y modificar las rutinas.

División de la operación en elemento

Para facilitar la medición, la operación debe dividirse en grupos de movimientos conocidos como elementos. Con el fin de dividir la operación en sus elementos individuales, el analista debe observar el operario durante varios ciclos y de ser posible, debe hacerlo antes de empezar el estudio. Los elementos deben partirse en divisiones tan finas como sea posible, pero que no sean tan pequeñas como para sacrificar la exactitud de las lecturas. Para identificar la terminación de un elemento, se deberían considerar señales sonoras como indicadores

Diagrama de operaciones

En el diseño del proceso, existen herramientas gráficas que permiten una visualización general del proceso de producción.

AUTOMATIZACIÓN

De acuerdo con la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) (2010), la simbología empleada para el diseño de diagramas de flujo de procesos de producción, facilita identificar operaciones de transformación que agregan valor, transporte de materiales en transformación o de productos terminados, inspecciones para verificar algún parámetro de control o de calidad, demoras en el proceso y almacenamiento del producto terminado.

Los símbolos que se utilizan en la elaboración de un diagrama de proceso son:

Tabla II
Símbolos para la elaboración de diagramas de proceso

Símbolo	Descripción
	Operación: se utiliza para denotar actividades de transformación de las características físicas y químicas de un producto, y para actividades de montaje o desmontaje
	Inspección: se emplea para verificar parámetros de calidad o verificar cantidades.
	Demora: cuando es necesario esperar un tiempo antes de ejecutar las actividades o acciones previstas.
	Transporte: cuando se desplaza una parte o componente a lo largo del proceso.
	Almacenamiento: cuando se guarda o almacena en forma temporal o permanente los productos antes de su proceso de mercadeo o comercialización.

Fuente: (ASME, 2010)

De acuerdo con García Criollo (1998), el diagrama de operaciones del proceso muestra los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones. El orden en que deben realizarse las acciones indicadas en el diagrama está representando por la disposición de los símbolos ya expuestos en líneas verticales del recorrido. El material o herramienta se indica con líneas horizontales y es el material que alimenta las líneas verticales del recorrido.

AUTOMATIZACIÓN

Inicio del estudio

Al inicio del estudio se registra la hora del día al mismo tiempo que se inicia el cronómetro. Se pueden utilizar dos técnicas para registrar los tiempos elementales durante el estudio. El método de tiempos continuos, como si nombre lo implica, permite que el cronómetro trabaje durante todo el estudio; en este método, el analista lee el reloj en el punto de división de cada elemento y se deja que el tiempo siga corriendo. En la técnica de regreso a cero, después de leer el cronómetro en el punto de división de cada elemento, el tiempo del reloj regresa a cero y parte de cero.

Método de regresos a cero

El método de regresos a cero tiene tanto ventajas como desventajas en comparación con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas del estudio de tiempos usan ambos métodos, con la creencia de que los estudios en los que predominan los elementos largos se adaptan mejor a las lecturas con regresos a ceros, mientras que los estudios de ciclo corto se ajustan mejor al método continuo.

Entre las desventajas del método de regresos a ceros está que incita a la remoción de elementos individuales de la operación. Estos elementos no se pueden estudiar en forma independiente dando lugar a lecturas erróneas. Una de las objeciones al método de regresos a cero es la cantidad de tiempo mientras se regresa el cronómetro a cero de manera manual.

Método continuo

El método continuo para el registro de valores elementales es superior al de regresos a ceros por varias razones. Lo más significativo es que el estudio resultante presenta un registro completo de todo el periodo de observación; como resultado, complace al operario y al sindicato. El operario puede ver que no se dejaron tiempos fuera del estudio, y que se registraron todos los retrasos y elementos extraños.

AUTOMATIZACIÓN

Manejo de dificultades

Cuando se pierde alguna lectura, el analista debe indicar de inmediato con una “F”, en ningún caso el analista debe aproximar o tratar de registrar el valor faltante. Esta práctica puede destruir la validez del estándar establecido para el elemento específico. Ocasionalmente, el operario omite un elemento, esto maneja dibujando una raya horizontal en el lugar donde se registra el valor del tiempo.

Ciclos en el estudio

La determinación de la cantidad de ciclos que se van a estudiar para llegar a un estándar equitativo es un asunto que causa discusión considerable entre los analistas. Se han establecido guías aproximadas para el número de ciclos de acuerdo con el tiempo de ciclo, pero están sujetas a los parámetros de cada empresa.

Es posible establecer un número más exacto mediante métodos estadísticos. Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, se puede suponer que las observaciones se distribuyen normalmente respecto a una media poblacional desconocida con una varianza desconocida.

Diagrama Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto (conocido también como Diagrama de Espina de Pescado) consiste en una representación gráfica que permite visualizar las causas que explican un determinado problema, lo cual la convierte en una herramienta de gestión ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente. La utilización del Diagrama de Ishikawa se complementa de buena forma con el Diagrama de Pareto el cual permite priorizar las medidas de acción en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas.

AUTOMATIZACIÓN

La estructura del Diagrama de Ishikawa es intuitiva: identifica un problema o efecto y luego enumera un conjunto de causas que potencialmente explican dicho comportamiento. Adicionalmente cada causa se puede desagregar con grado mayor de detalle en sub-causas. Esto último resulta útil al momento de tomar acciones correctivas dado que se deberá actuar con precisión sobre el fenómeno que explica el comportamiento no deseado (Gestión de Operaciones, 2014).

Cartas de control

De acuerdo con lo presentado por Montoya & Correa (2009), entre las herramientas de control estadístico se encuentran las cartas de control estadístico de procesos (SPC), las cuales fueron desarrolladas en la segunda década del siglo veinte por Walter Shewart. La variabilidad en la calidad de un producto puede ser debida a causas aleatorias, sobre las cuales poco o nada se puede hacer o, a “causas especiales” o “causas asignables” sobre las que se puede tener algún grado de control.

Los principios fundamentales de las cartas de SPC son:

- Hay variaciones en las medidas individuales de procesos.
- En datos provienen de un proceso con causas comunes y estables, su variabilidad es predecible dentro de un rango conocido que puede ser calculado por un modelo estadístico como la normal, la binomial o la distribución Poisson.
- En un proceso que produce datos con causas especiales, las medidas se comportan de alguna forma específica observable, diferente de las distribuciones hipotéticas.
- Asumiendo que los datos se encuentran bajo control, se pueden establecer las pruebas y los límites estadísticos para las desviaciones de las predicciones, suministrando evidencia estadística de los cambios.

AUTOMATIZACIÓN

Diseño metodológico

Un plan para la reducción del costo de operación en la planta de producción en Salsan Ltda. requiere llevar a cabo una investigación de alcance propositivo que tenga como unidad de observación las operaciones del proceso de fabricación de embutidos.

Para esto, se hará uso de la metodología Seis Sigma; sin embargo, sólo se cubrirán algunas fases de esta teoría para proponer dicho plan. Estas son: definir el problema, medir y analizar. Evitando las fases de mejorar y controlar, debido a que el objetivo principal se centra únicamente en diseñar el plan mencionado previamente, a través de la inclusión de maquinaria y equipos.

Para ello, en primera instancia se deben caracterizar los procesos de producción para medirlos a través de un estudio de tiempos y generar los diagramas de flujo. Posterior a esto, se realizan las cartas de control por producto para luego realizar un diagrama Ishikawa con el fin de identificar aspectos a mejorar en la planta de producción.

En este flujo de ideas, el siguiente paso es identificar tanto la instrumentación para responder a las necesidades del proceso y la oferta con el fin de seleccionar los equipos adecuados que representen una ventaja tanto competitiva como económica.

Una vez se ha seleccionado la instrumentación se procede a determinar el impacto productivo y económico de la propuesta a través de la toma de tiempos de los procesos que serán apoyados por los equipos. A continuación, se procederá a determinar el valor económico de la mano de obra y el costo de la maquinaria. Por otro lado, el fin de medir el impacto económico se comparará los costos evaluados previamente para obtener el beneficio económico de la implementación de los equipos.

Finalmente, con base en esta información se estima la estructura de descomposición del trabajo (EDT) para la puesta en marcha y su correspondiente presupuesto.

AUTOMATIZACIÓN

En cuanto a la duración, el estudio es transversal ya que se realiza en un único momento en el tiempo desde la observación y documentación directa de los procesos, por ende, la fuente de información para el estudio es primaria.

AUTOMATIZACIÓN

Diagnóstico de los procesos de producción

Para dar inicio al proceso de producción de cualquier producto en Salsan el director de planta planea con un día de anticipación el programa de producción, incluyendo el tipo de producto, referencia y la cantidad a producir, esta orden pasa a manos del analista de costo quien ingresa la información al sistema y así hacer el respectivo cálculo de las cantidades de materia prima de acuerdo con la formulación de cada producto. Seguidamente es entregada a los líderes de bodega de materia prima cárnica y materia prima seca, para que realicen el pesaje de cada insumo.

Como se puede observar en los diagramas de flujo la materia prima cárnica es transportada al área de molienda, donde el operario debe desempacar los bloques de carne congelada, grasa, pasta de pollo, brazo de cerdo y emulsión, para pasar por la sierra con el fin de disminuir el tamaño de los bloque y acelerar el proceso del molino, dando como resultado una pasta reducida y maltratada que cae sobre el carro cutter, medio por el cual es transportada al mezclador.

Mientras el proceso de molienda se ejecuta, el operario del mezclador debe dirigirse al segundo piso donde se encuentra la bodega de materia prima seca; allí debe recoger los insumos que previamente el líder de bodega pesó para transportarlos al área de mezclado. En el mezclador se vierte la materia prima cárnica ya molida junto con la materia prima seca (proteínas, sales, condimentos, almidón, harina) y agua. Así inicia el mezclado y con la ayuda de dos ejes con aspas se integran los componentes hasta conseguir una mezcla totalmente homogénea.

Existen dos tipos de mezcladores uno de alta rotación y otro de baja rotación los cuales difieren en su capacidad; 1200Kg y 600Kg respectivamente, y en que un equipo llamado emulsificador se encuentra adherido al mezclador de alta rotación; de modo que al terminar el

AUTOMATIZACIÓN

mezclado esta pasta es vertida directamente en el equipo, el cual cumple la función de formar una mezcla mucho más fina por medio de un sistema de corte con presión al vacío.

Posteriormente cae en los carro-cutter y es llevada a la balanza que se encuentra en la entrada del área de producción para ser pesada, el dato es registrado para llevar un control de la merma; es decir de la porción que se consume naturalmente por los procesos que será sometida. Continúa el proceso de embutido que inicia agregando la mezcla en la tolva embutidora (Rex,Vemag o Alphina) que mediante presión de vacío la embute en un empaque primario (celulosa, fibrosa, colágeno, coria, aliflex o alifan). Después es puesta en carros varilleros, carros multi-molde o en cutter, según sea el caso del embutido y transportada a la balanza, nuevamente se vuelve a registrar el peso en la hoja de trazabilidad del producto. Dando paso al proceso de horneado que proporciona un adecuado tratamiento térmico de secado, cocción y duchado.

Para continuar con el proceso el carro varillero o carro multiusos es llevado al área de enfriado, donde los embutidos reposan a temperatura ambiente y finalmente son pesados y almacenado en los cuarto fríos, hasta conseguir la temperatura ideal para ser tajados, separados o despachados según sea el caso.

Después son llevados al área de empaque ubicada en el segundo piso, pero previamente el cardista debe asegurarse del peso de las canastas con producto que suben, de modo que cuando estos ya retornen al cuarto frío para ser almacenados coincida el peso con las unidades terminadas y los sobrantes que serán convertidos en recortes. Ya ubicado el producto en el área de empaque, este es pasado por la maquina tajadora (Dixie o Quick 300) para obtener el producto rebanado según la referencia, o por la maquina separadora (Vemag) para cortar las tiras de producto en unidades. Seguidamente debe pasar a la máquina de empaque (Multivac o Tiromat) en donde una estación de termo formado transforma la película inferior, para obtener los recipientes donde se

AUTOMATIZACIÓN

deposita el producto, y una estación de vacío y sellado en la que se agrega la película superior impresa que sirve de tapa para el paquete.

Y por último queda embalar el producto terminado en canastillas, apilarlas y transportarlas al cuarto frío. En general todos los productos comparten la misma secuencia de procesos.

Maquinaria y equipo

Tabla III

Descripción de los equipos para la producción en Salsan

Equipo	Descripción
Sierra Sinfín Butcher Boy	Equipo de corte manual el cual posee una sierra vertical encargada de cortar los bloques de materia prima cárnica en trozos más pequeños, para después ser llevados al molino y facilitar la función de este último.
Inyectora Ogalsa	Equipo que posee un sistema de succión de soluciones de salmuera o condimentos de un tanque, para inyectarlas posteriormente por medio de un juego de agujas en el interior de trozos de carne.
Molino Wolfking	Molino eléctrico para el troceado de carnes, cuenta con un tornillo sinfín y un juego de discos que se encargan de moler el producto hasta el tamaño de partícula deseado.
Molino Laska 130	Equipo de troceado de materias primas cárnicas mediante la conducción de estas por un tornillo sinfín, hasta un juego de discos que se encargan de moler el producto hasta el tamaño de partícula deseado.
Tombler Rühle	Equipo de masajeo de trozos de carne mediante un sistema giratorio y un trabajo mecánico por medio de paletas permiten la obtención de un producto de excelente calidad. Es un contenedor de 200 litros que, por medio de un eje con paletas, permite el mezclado de los productos con el fin de obtener una textura que garanticen la obtención de un producto de excelente calidad. Cuenta con dispositivo de volcado, dos sentidos de giro de las paletas y tapa.
Mezclador C.I. Talsa S.A. 200 Lts	Equipo diseñado para realizar la mezcla de materia prima cárnica y seca. La homogenización de los ingredientes se logra con dos ejes de paletas y los sucesivos cambios de sentido de giro.
Mezclador con vacío C.I. Talsa S.A.	Tanque de acero inoxidable cuya función es mezclar los ingredientes con el fin de homogenizar las características del producto. El mezclado se realiza mediante el accionamiento de 2 juegos de espirales giratorios de velocidad y sentido de giro variable.
Mezclador Blender Rietz Baja Rotación	

AUTOMATIZACIÓN

Equipo	Descripción
Emulsificador Karl Schnell 175	Equipo que sirve para elaborar emulsiones finas mediante un sistema de corte al pasar por dos juegos de cuchillas y dos platos con orificios, el producto es conducido mediante presión de vacío y finalmente conducido por la tubería hasta la salida donde es recibido por un carro de transporte.
Embutidora Rex	Equipo que mediante presión de vacío permite transportar la pasta elaborada hasta el dispositivo de grapado. Cuenta con un mecanismo elevador, tolva donde se deposita la pasta, dispositivo alimentador, bomba de vacío, bomba de carne, boquillas y sistema programable de peso de las unidades.
Embutidora Vemag HP 10L	Equipo que mediante la presión de vacío y su bomba de carnes permite transportar la pasta elaborada hasta el tubo de alimentación para la formadora de salchichas. Cuenta con dispositivo elevador, tolva donde se deposita la pasta, dispositivo alimentador, bomba de vacío, boquillas y sistema programable.
Embutidora Hoegger Alpina	Equipo que mediante la presión de vacío y su bomba de carnes permite introducir la pasta elaborada en fundas de alifán. Cuenta con dispositivo elevador, tolva donde se deposita la pasta, dispositivo alimentador, bomba de vacío, boquillas y sistema programable para el peso de las unidades y la velocidad de embutido.
Clipeadora Tipper Tie Alpina	Equipo que mediante un sistema hidráulico se encarga de colocar grapas al inicio y al final de la pasta previamente embutida en el empaque o funda. El peso de la porción y la orden de grapado lo da la embutidora acoplada a la grapadora. El sistema también coloca al producto la lazada para facilitar su colgado.
Formador De Salchichas Vemag LPG 208	Equipo encargado de formar unidades de salchicha de acuerdo a las especificaciones previamente definidas de acuerdo al tipo de producto.
Túnel De Humo Líquido C.I. Talsa	Equipo que realiza un baño con humo líquido mediante el transporte de las varillas con el producto colgado a través de una cadena durante un tiempo previamente definido donde el producto adquiere las características deseadas.
Hornos Talsa	Equipo de múltiples funciones como secar, cocer, ahumar, y duchar los productos cárnicos embutidos. Pueden ser de dos o cuatro carros y su función principal es destruir los microorganismos patógenos y dar al producto las características organolépticas óptimas para obtener un producto de excelente calidad.
Horno Atmos	Equipo de cocimiento, secado y tratamiento cuya función principal es destruir los microorganismos patógenos y dar al

AUTOMATIZACIÓN

Equipo	Descripción
	producto las características organolépticas óptimas para obtener un producto de excelente calidad.
Marmitas	Tanque de calentamiento el cual cuenta con un serpentín alimentando con vapor el cual se encarga de calentar el agua que se encuentra dentro del tanque.
Impresora Video Jet	La impresora de inyección de tinta continua Video Jet es una plataforma muy flexible diseñada especialmente para tareas de aplicaciones de codificado. Sus características avanzadas le permiten imprimir códigos de alta resolución
Termo formadora Tiromat Compac	Empacadora y selladora al vacío, posee una estación de termo formado que se efectúa en la película interior, para obtener los recipientes donde se deposita el producto, y una estación de vacío y sellado, en la que se agrega la película superior impresa que sirve de tapa al paquete, donde pasa posteriormente por las cuchillas de corte transversal y finalmente para cuchillas de corte longitudinal.
Termo formadora Multivac R145	La termo formadora compactas de Multivac envasa automáticamente, de forma eficiente y rentable, posee una estación de termo formado que se efectúa en la película interior, para obtener los recipientes donde se deposita el producto, y una estación de vacío y sellado, en la que se agrega la película superior impresa que sirve de tapa al paquete, donde pasa posteriormente por las cuchillas de corte transversal y finalmente para cuchillas de corte longitudinal.
Tajadora Automática Dixie Union	Equipo de corte encargado de tajar los bloques de producto introducidos y agarrados por el dispositivo de avance que lo conduce mediante un sistema neumático hasta la cuchilla y los deposita en la banda transportadora para ser conducidos hasta su pesaje y embalaje en canastillas.
Tajadora Quick 300	Equipo de corte que se amolda sin ningún inconveniente a los más variados productos, pudiéndose calibrar a satisfacción el espesor de la tajada, el peso, el número de unidades tajadas por minuto, colocando las mismas sobre una banda transportadora en forma de apilado, escamado o continuo.
Separadora De Salchicha Vemag	Equipo para separar las salchichas y chorizos, que vienen en cadenas o tiras, la separación puede hacerse una a una, o en grupos de dos, etc.
Selladora Doble Cámara New Diamond	Selladora al vacío que cuenta con 2 cámaras donde se deposita el producto empacado en bolsas para que sea primero creadas las condiciones de vacío dentro de la cámara y luego se produzca el sellado por medio de planchas a alta temperatura.

Fuente: (Salsan, 2003)

AUTOMATIZACIÓN

Definición de productos

Salchicha

Producto cárnico procesado, cocido, embutido, elaborado a base de carne, con la adición de sustancias de uso permitido, introducido en tripas naturales o artificiales aprobadas, de diámetro máximo de 45 mm.

Jamón

Producto cárnico procesado, cocido, embutido, moldeado o prensado, elaborado con músculo sea este entero o troceado, con la adición de sustancias de uso permitido. Se excluyen los sistemas cárnicos homogenizados y picados. El producto elaborado hace referencia a la especie animal empleada.

Salchichón

Producto cárnico procesado, embutido, cocido o madurado, con la adición de sustancias de uso permitido, embutido en tripas artificiales aprobadas para tal fin, con un diámetro entre de 40 y 80 mm.

Chorizo

Producto cárnico procesado, crudo fresco, obtenido por molido o picado, cocido o madurado, embutido, elaborado a base de carne y grasa, con la adición de sustancias de uso permitido.

Mortadela

Producto cárnico procesado, homogenizado, cocido, embutido, elaborado a base de carne, con la adición de sustancias de uso permitido. La mezcla se introduce en tripas naturales o artificiales aprobadas para tal fin, con diámetro superior a 80 mm. Puede ser adicionada o no grasa de cerdo.

AUTOMATIZACIÓN

Equipos requeridos para cada producto

En la Tabla IV se presenta la relación entre los equipos de producción y los productos elaborados en Salsan. Por ejemplo, la Sierra sin fin Bucher Box se utiliza para cortar la materia prima cárnica de salchicha, chorizo, mortadela y salchichón.

Tabla IV
Relación entre el equipo requerido y los productos

Equipo	Producto				
	Salchicha	Chorizo	Jamón	Mortadela	Salchichón
Sierra Sinfin Butcher Boy	X	X		X	X
Inyectora Ogalsa			X		
Molino Wolfking	X	X		X	X
Molino Laska 130			X		
Tombler Rühle			X		
Mezclador C.I. Talsa S.A. 200 Lts			X		
Mezclador con vacío C.I. Talsa S.A.	X			X	X
Mezclador Blender Rietz		X			X
Emulsificador Karl Schnell 175	X			X	X
Embutidora Rex		X		X	X
Embutidora Vemag HP 10L	X	X			
Embutidora Hoegger Alpina			X		
Clipeadora Tipper Tie Alpina	X				X
Formador de Salchichas Vemag	X				
Túnel de Humo Líquido C.I. Talsa	X	X			
Horno N° 1 C.I. Talsa	X	X		X	X
Horno N° 2 C.I. Talsa	X	X		X	X
Horno N° 3 C.I. Talsa	X	X		X	X
Horno N° 4 C.I. Talsa	X	X		X	X
Horno N° 5 Atmos			X		
Marmita N° 1			X		
Marmita N° 2			X		
Marmita N° 3			X		
Marmita N° 4			X		
Impresora Video Jet			X		X
Banda Transportadora de Video Jet			X		X
Termo formadora Tiromat Compac	X	X		X	
Termo formadora Multivac	X	X		X	
Tajadora Dixie Union MIGUEL			X	X	
Tajadora Quick 300 CARLOS			X	X	

AUTOMATIZACIÓN

Equipo	Producto				
	Salchicha	Chorizo	Jamón	Mortadela	Salchichón
Separadora de salchicha Vemag	X	X			
Selladora doble cámara New Diamond					X

Fuente: Autor

AUTOMATIZACIÓN

Caracterización de los procesos de producción**Toma de tiempos**

El primer paso para la toma de tiempos fue seleccionar una referencia de cada uno de los productos mencionados previamente. Para ello, se estudió el porcentaje de participación y el porcentaje de rentabilidad de cada una de las referencias y se escogió la líder en cada una de las categorías, como se presenta a continuación:

- Salchicha: Salchires x 2,85 Kg
- Jamón: Jamonada costeña x 500 g
- Salchichón: Salchichón Búcaro de Carne x 1.200 g
- Chorizo: Chorizo Parrillero Milonchi x 900 g (5 x 5)
- Mortadela: Mortadela Salsan x 500 g

Luego, se procedió a tomar los tiempos para cada una de las operaciones identificadas en la planta de producción para estas referencias.

Salchicha

A continuación, se presenta la tabla de toma de muestras para el estudio de tiempos con el fin de generar el diagrama de flujo de procesos.

Tabla V
Muestra para estudio de tiempos para la salchicha

Muestra	1	2	3	4	5	Media	Desviación
Trp* MPC a sierra	Pasta pollo	204	201	205	205	201	203,2
	Grasa	59	69	75	59	57	63,8
	Emulsión	17	15	15	18	14	15,8
Molino-Sierra	3864	3865	3857	3850	3856	3858,4	6,2
Trp* al mezclador	271	276	271	271	276	273,0	2,7
Trp* MPS	570	582	580	578	572	576,4	5,2
Trp* Color	31	31	31	32	31	31,2	0,4
Mezclado	5211	5200	5211	5199	5191	5202,4	8,6
Barrido mezclador	373	370	369	365	373	370,0	3,3

AUTOMATIZACIÓN

Muestra	1	2	3	4	5	Media	Desviación
Emulsificado	1264	1254	1259	1201	1264	1248,4	26,8
Trp*a bascula	264	268	259	266	254	262,2	5,7
Trp* a embutidora	156	174	171	161	171	166,6	7,7
Embutido	6309	6305	6303	6310	6308	6307,0	2,9
Barrido cutter	121	121	125	124	123	122,8	1,8
Trp* a bascula	79	77	80	79	80	79,0	1,2
Trp* al horno	97	100	98	111	102	101,6	5,6
Horneado	16467	16479	16457	16469	16466	16467,6	7,9
Trp* a enfriado	90	98	98	95	94	95,0	3,3
Trp* a despacho	221	216	211	210	225	216,6	6,4
Empacado	13858	13844	13846	13857	13842	13849,4	7,5
Trp*a cuarto frío	308	310	314	308	307	309,4	2,8

Fuente: Autores

Jamón

En la Tabla VI se especifica la muestra tomada para la caracterización de las operaciones del proceso de producción del jamón.

Tabla VI

Muestra para estudio de tiempos para el jamón

Muestra	1	2	3	4	5	Media	Desviación n
Trp* MPC a	98	104	97	98	103	100,0	3,2
sierra	97	103	98	99	102	99,8	2,6
Molino	9016	9007	9010	9008	9004	9009,0	4,5
Trp*a bascula	61	66	70	63	67	65,4	3,5
Trp* al tombler	45	58	49	64	60	55,2	7,9
Trp* MPS	201	220	200	200	214	207,0	9,4
Tombleado	4802	4802	4802	4801	4801	4801,6	0,5
Barrido Tombler	131	132	132	108	111	122,8	12,2
Trp*a bascula	74	91	93	89	89	87,2	7,6
Trp* a embutidora	84	82	86	85	85	84,4	1,5
Embutido	2704	2720	2701	2704	2715	2708,8	8,2
Barrido Cutter	67	67	59	68	62	64,6	3,9
Trp*a bascula	101	99	99	97	99	99,0	1,4
Trp* al horno	35	35	43	42	41	39,2	3,9
Moldeado	555	542	541	540	543	544,2	6,1
Horneado	18653	18650	18654	18649	18650	18651,2	2,2
Desmolde	799	803	798	801	796	799,4	2,7
Trp*a cuarto frío	65	63	63	66	64	64,2	1,3

AUTOMATIZACIÓN

Muestra	1	2	3	4	5	Media	Desviación
Poner en canastas	245	245	261	260	247	251,6	8,2
Trp* a bascula	90	90	89	88	88	89,0	1,0
Trp* a empaque	318	331	317	324	315	321,0	6,5
Tajado	16204	16209	16221	16224	16203	16212,2	9,7
Empacado	4165	4171	4172	4187	4169	4172,8	8,4
Trp*a cuarto frío	151	140	153	152	151	149,4	5,3

Fuente: Autor

Salchichón

La siguiente tabla presenta los datos recolectados en la toma de muestras realizada con el fin de alimentar el flujo de operaciones para la producción del salchichón. Esta toma de tiempos incluyó las operaciones, los transportes y demás elementos del proceso para la fabricación de la producción.

Tabla VII
Muestra para estudio de tiempos para el salchichón

Muestra	1	2	3	4	5	Media	Desviación
Trp* MPC a sierra	Pasta pollo	164	182	176	168	171,4	7,4
	Grasa	59	57	55	49	53,0	5,8
	Murillo	156	130	145	152	146,0	9,9
Molino-Sierra	4202	4200	4200	4200	4202	4200,8	1,1
Trp* al mezclador	153	158	156	154	155	155,2	1,9
Trp* MPS	258	261	260	256	256	258,2	2,3
Mezclado	5410	5407	5410	5408	5405	5408,0	2,1
Barrido mezclador	312	311	318	307	303	310,2	5,6
Trp*a bascula	259	265	262	256	265	261,4	3,9
Trp* a embutidora	166	185	188	166	178	176,6	10,3
Embutido	3052	3062	3055	3046	3057	3054,4	5,9
Barrido cutter	197	203	202	197	199	199,6	2,8
Trp* a bascula	91	91	86	91	85	88,8	3,0
Trp* al horno	32	36	29	32	38	33,4	3,6
Horneado	13208	13201	13213	13211	13202	13207,0	5,3
Trp* a enfriado	30	37	30	44	35	35,2	5,8
Trp* a despacho	29	26	38	28	28	29,8	4,7
Rotulado	8100	8104	8105	8103	8100	8102,4	2,3
Trp*a cuarto frío	123	125	122	120	123	122,6	1,8

Fuente: Autor

AUTOMATIZACIÓN

Chorizo

La siguiente tabla presenta en detalle las muestras tomadas para determinar el tiempo promedio de cada una de las operaciones que conforman su proceso de producción del chorizo.

Tabla VIII
Muestra para estudio de tiempos para el chorizo

Muestra		1	2	3	4	5	Media	Desviación
Trp* MPC a sierra	Pasta pollo	166	180	177	166	186	175	8,8
	Grasa	15	16	15	15	17	15,6	0,9
	Recorte tocineta	21	24	23	21	21	22	1,4
Molino-Sierra		1881	1886	1894	1892	1884	1887,4	5,5
Trp* al mezclador		16	12	13	13	11	13	1,9
Trp* MPS		225	241	232	219	216	226,6	10,1
Mezclado		5403	5401	5401	5402	5404	5402,2	1,3
Barrido mezclador		420	393	385	395	399	398,4	13,1
Trp*a bascula		83	84	85	85	83	84	1,0
Trp* a embutidora		73	75	79	85	77	77,8	4,6
Embutido		2136	2141	2139	2122	2126	2132,8	8,3
Barrido cutter		88	74	77	81	84	80,8	5,5
Trp* a bascula		69	72	74	76	85	75,2	6,1
Trp* al horno		39	29	35	33	31	33,4	3,8
Horneado		10040	10041	10040	10040	10042	10040,6	0,9
Trp* a bascula		37	42	33	43	28	36,6	6,3
Trp* a enfriado		32	31	21	29	26	27,8	4,4
Trp* a bascula		28	28	27	29	28	28	0,7
Trp*a cuarto frío		120	123	123	121	123	122	1,4
Trp* a bascula		124	124	125	125	125	124,6	0,5
Trp*a cuarto frío		132	126	133	131	133	131	2,9
Poner en canastas		2426	2421	2432	2432	2419	2426	6,0
Trp* a empaque		140	135	136	139	146	139,2	4,3
Empacado		5914	5912	5911	5911	5912	5912	1,2
Trp*a cuarto frío		244	242	231	240	227	236,8	7,4

Fuente: Autor

Mortadela

A continuación, se muestra la media y la desviación estándar obtenidas para cada una de las operaciones del proceso de producción de la mortadela, esto, con el fin de determinar el tiempo promedio de operación.

AUTOMATIZACIÓN

Tabla IX

Muestra para estudio de tiempos para la mortadela

Muestra	1	2	3	4	5	Media	Desviación
Pasta pollo	86	82	85	82	85	84,0	1,9
Trp* MPC	61	68	73	78	67	69,4	6,4
a sierra	45	45	48	39	45	44,4	3,3
Murillo	102	100	104	105	103	102,8	1,9
Molino-Sierra	2772	2789	2786	2770	2769	2777,2	9,5
Trp* al mezclador	163	172	179	170	165	169,8	6,3
Trp* MPS	209	277	266	272	258	256,4	27,4
Mezclado	4568	4566	4560	4561	4567	4564,4	3,6
Barrido mezclador	289	277	256	266	264	270,4	12,8
Emulsificado	1254	1258	1254	1260	1257	1256,6	2,6
Trp*a bascula	239	245	235	251	245	243,0	6,2
Trp* a embutidora	166	189	179	196	190	184,0	11,8
Embutido	3799	3803	3801	3818	3809	3806,0	7,7
Barrido cutter	127	131	131	126	127	128,4	2,4
Trp* a bascula	99	93	99	96	97	96,8	2,5
Trp* al horno	86	77	77	72	81	78,6	5,2
Horneado	23998	24001	23997	24001	23998	23999,0	1,9
Trp* a enfriado	78	88	84	81	81	82,4	3,8
Trp* a bascula	27	26	27	26	26	26,4	0,5
Trp*a cuarto frío	152	162	162	159	149	156,8	6,0
Poner en canastas	430	457	466	449	461	452,6	14,1
Trp* a bascula	221	246	269	264	264	252,8	19,8
Trp* a empaque	701	702	720	702	705	706,0	8,0
Tajado	33759	33747	33745	33758	33754	33752,6	6,3
Empacado	8209	8214	8206	8208	8205	8208,4	3,5
Trp*a cuarto frío	295	309	313	304	299	304,0	7,3

Fuente: Autor

Conclusión

De acuerdo a lo presentado en las tablas del estudio de tiempos para los diferentes productos se ha definido un tiempo promedio de operación. Para ello se realizó la toma de tiempos y posteriormente se tabularon los datos con el fin de analizarlos y determinar la media junto con la desviación estándar.

AUTOMATIZACIÓN

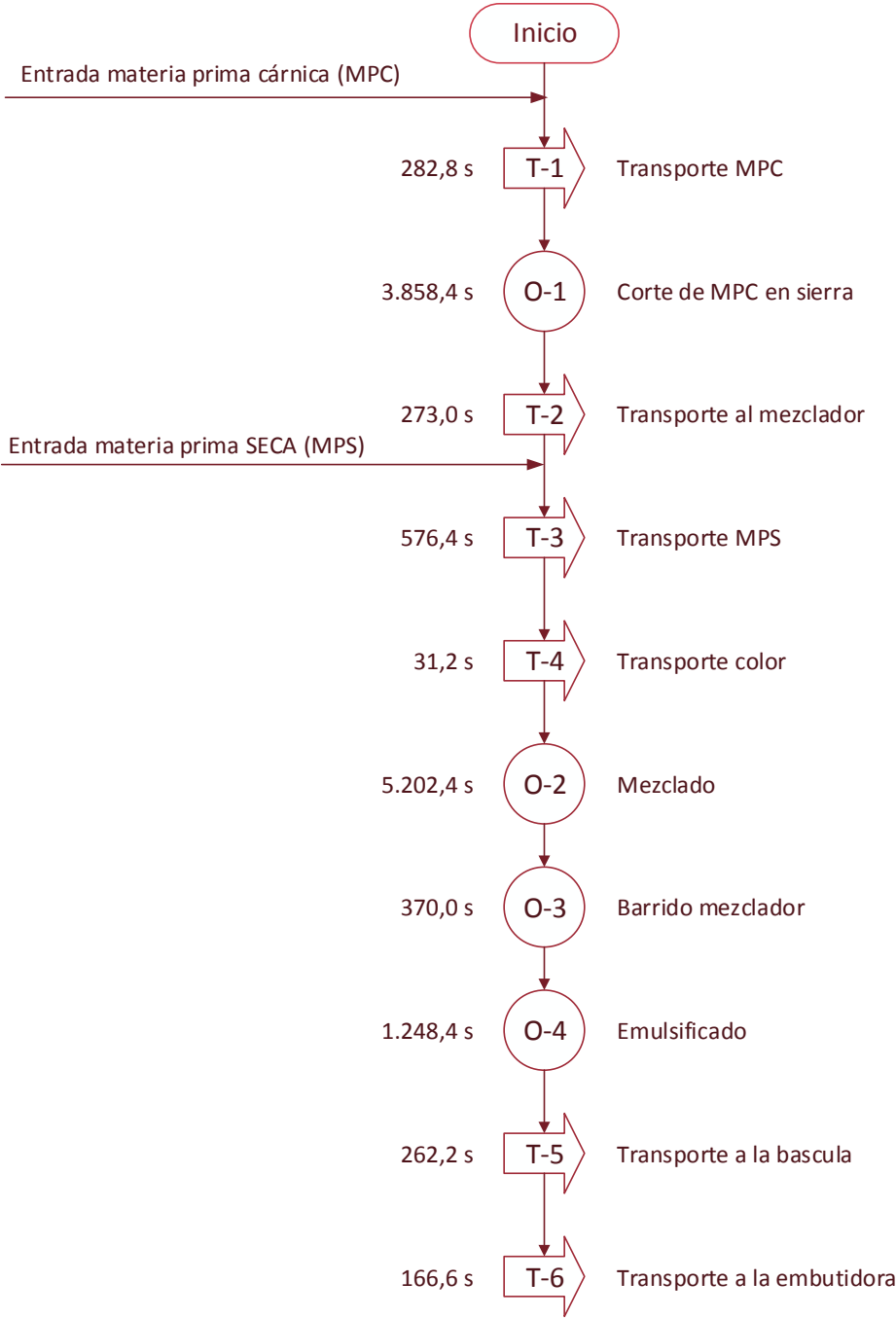
Diagramas de flujo de productos

Una vez se ha realizado la toma de tiempo se procede a relacionar la información en un diagrama de flujo donde se presenta la secuencia de operaciones junto con el tiempo.

A continuación, se presentan los diagramas de flujo de operaciones para los productos seleccionados teniendo en cuenta la simbología ASME. Cada operación se representa independiente por su símbolo. Al lado derecho del símbolo se ha digitado el nombre de la operación y a la izquierda se presenta el tiempo de la operación.

El ingreso de materias primas se representa por flechas horizontales acompañadas del nombre del insumo. Dichas flechas se unen a la línea central que sigue el sentido de las operaciones.

Salchicha



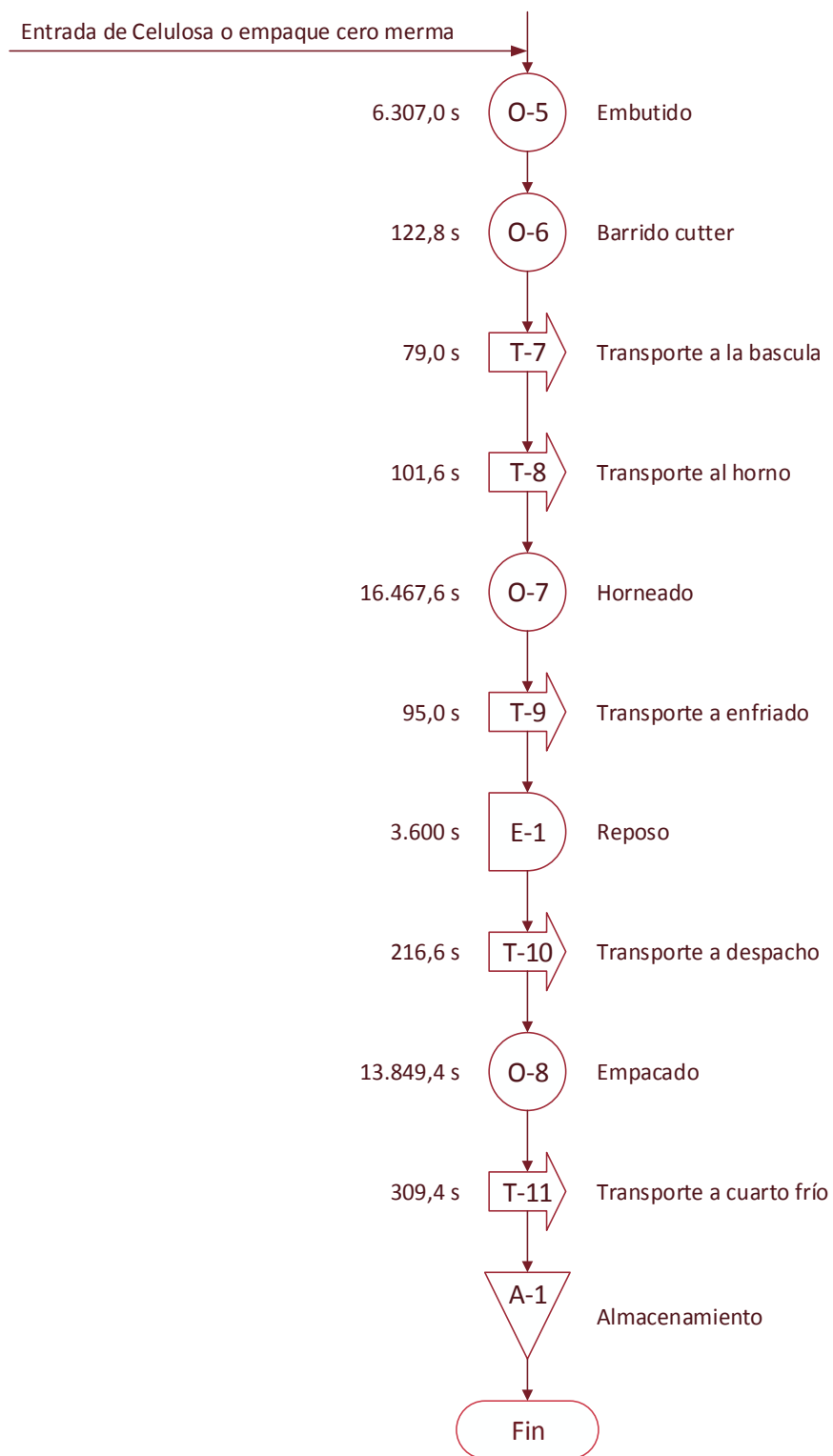
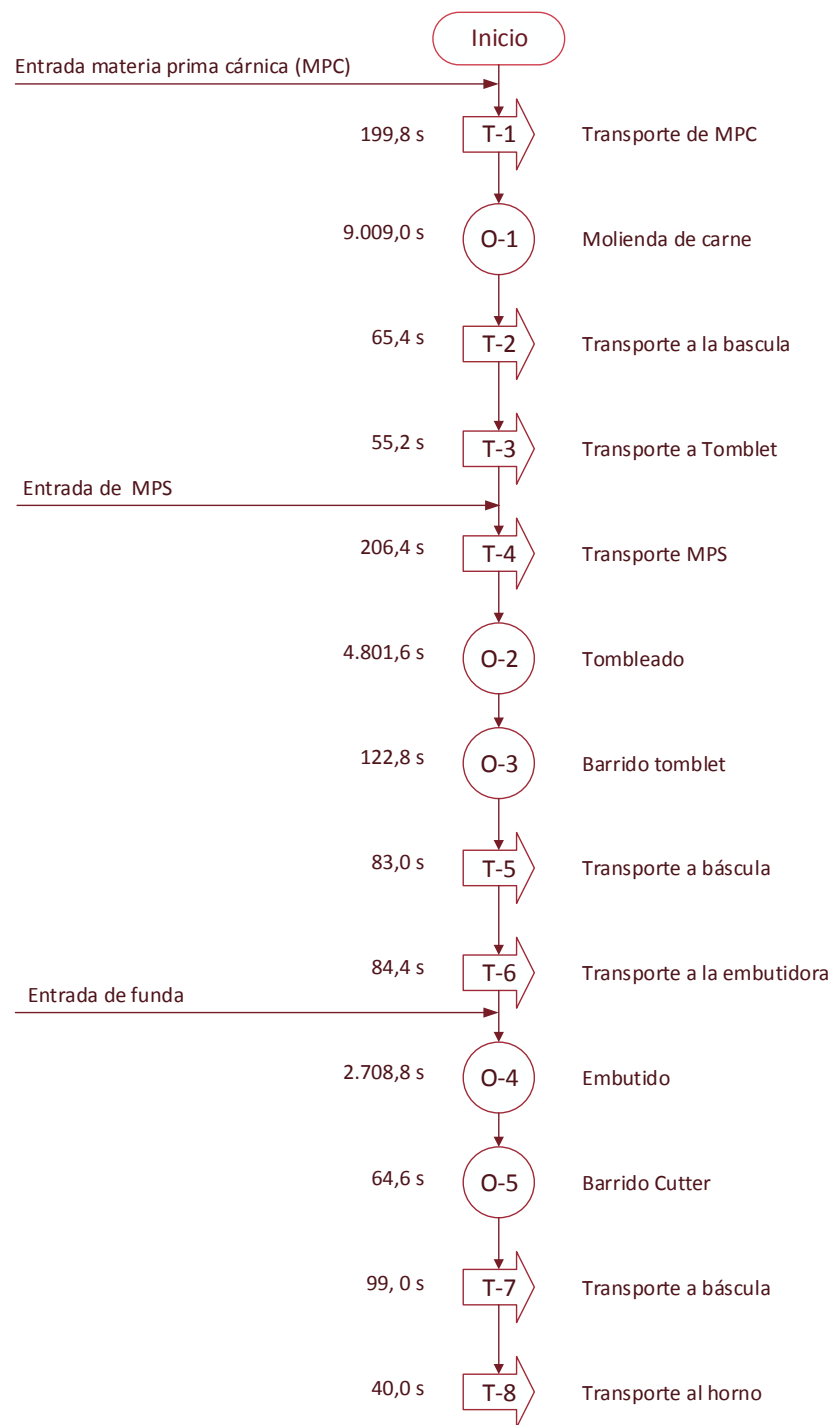


Figura II. Diagrama de flujo de procesos de la salchicha.

Fuente: Autor

Jamón



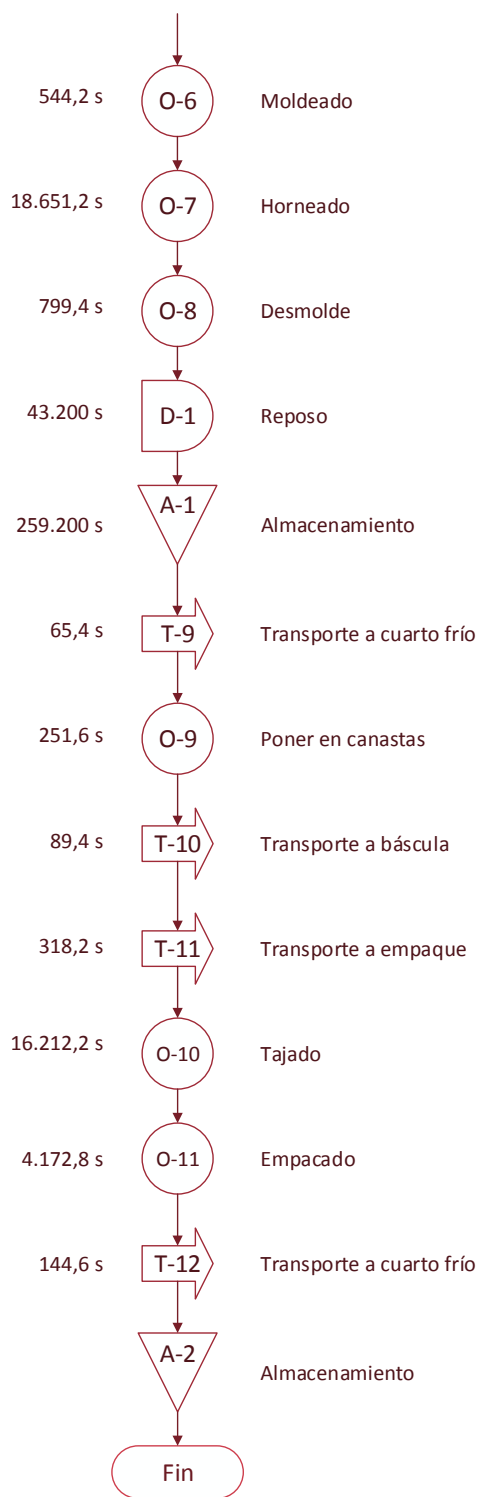
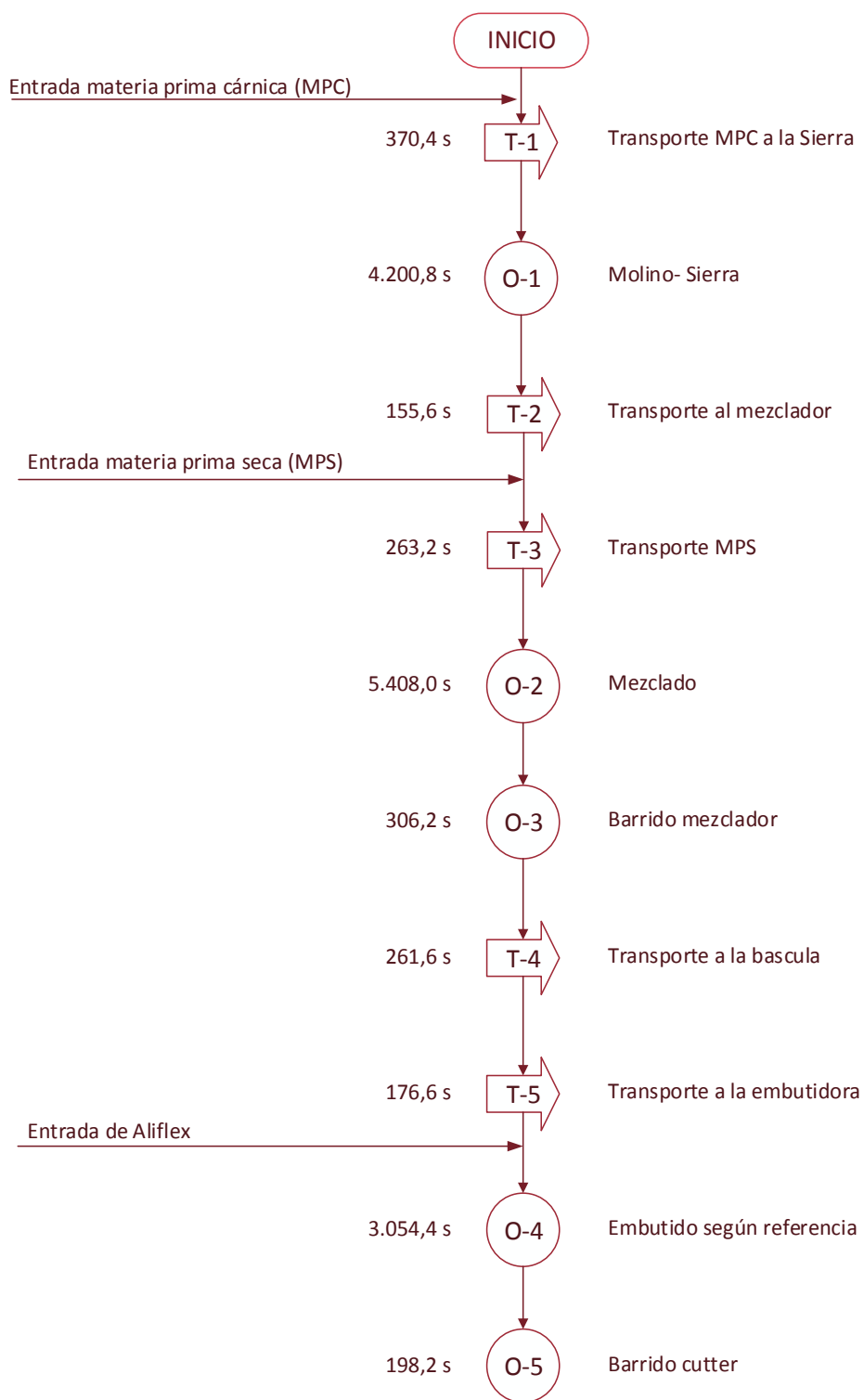


Figura III. Diagrama de flujo del proceso para el jamón.

Fuente: Autor

AUTOMATIZACIÓN

Salchichón



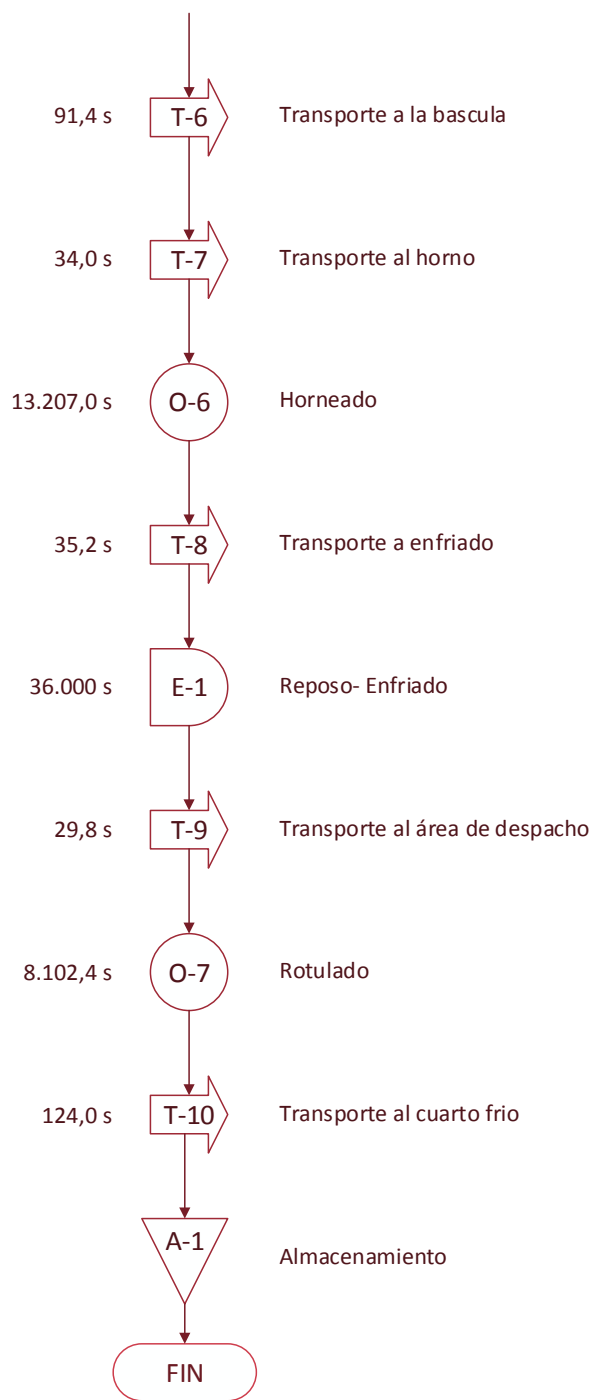
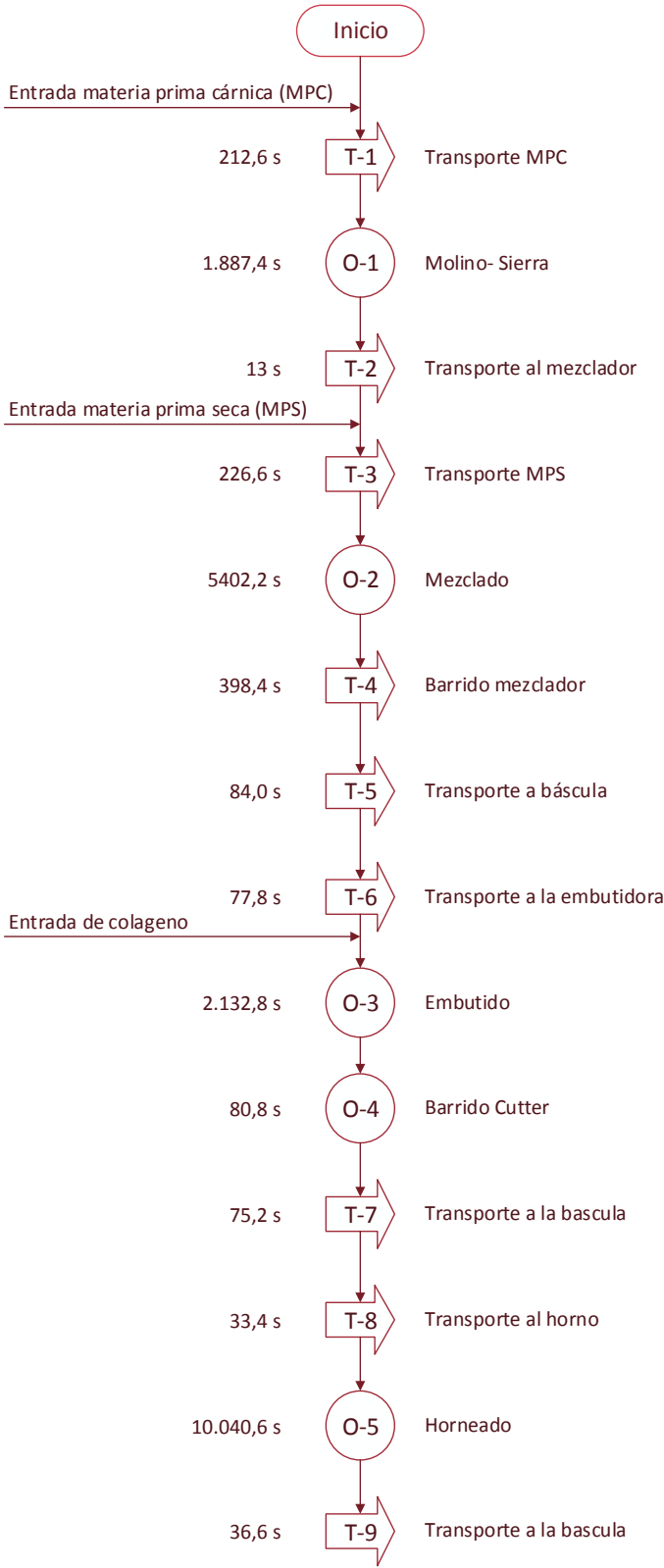


Figura IV. Diagrama de flujo del proceso del salchichón.

Fuente: Autor

Chorizo



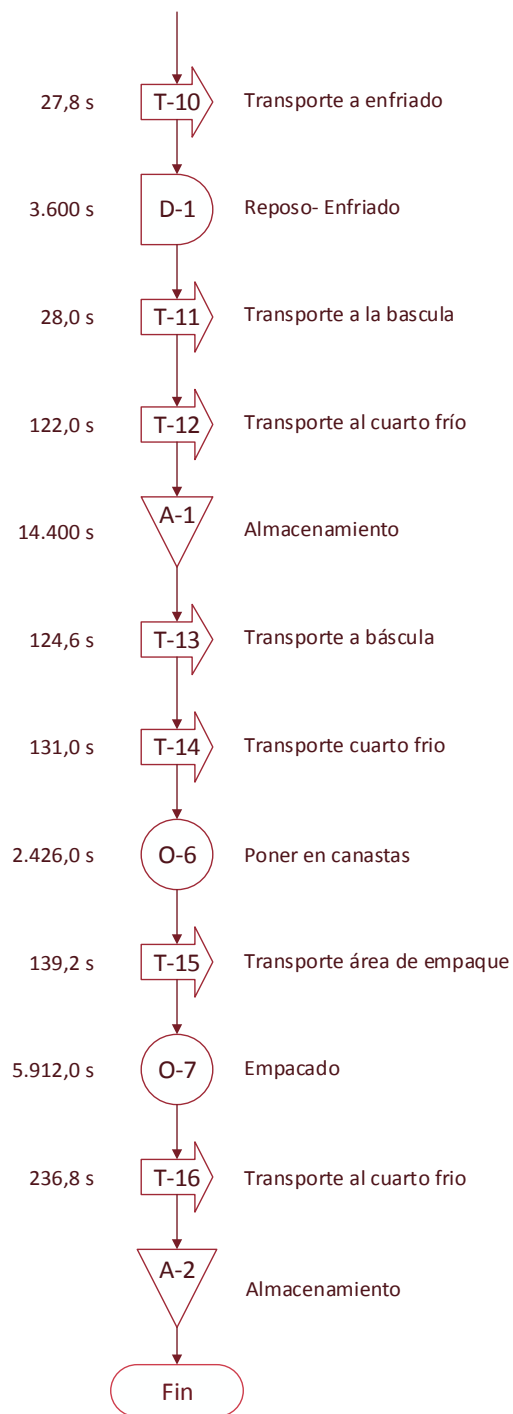
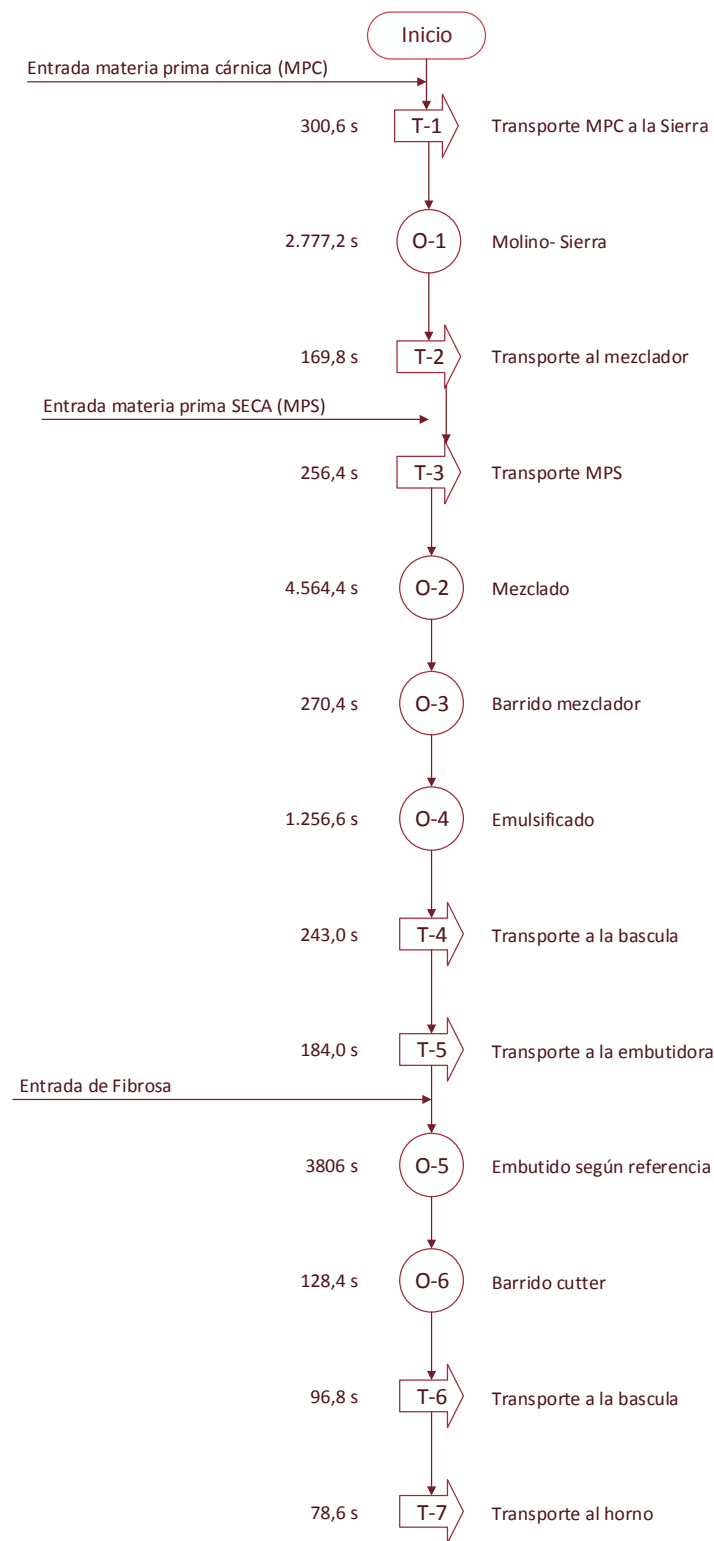


Figura V. Diagrama de flujo del proceso del chorizo.

Fuente: Autor

Mortadela



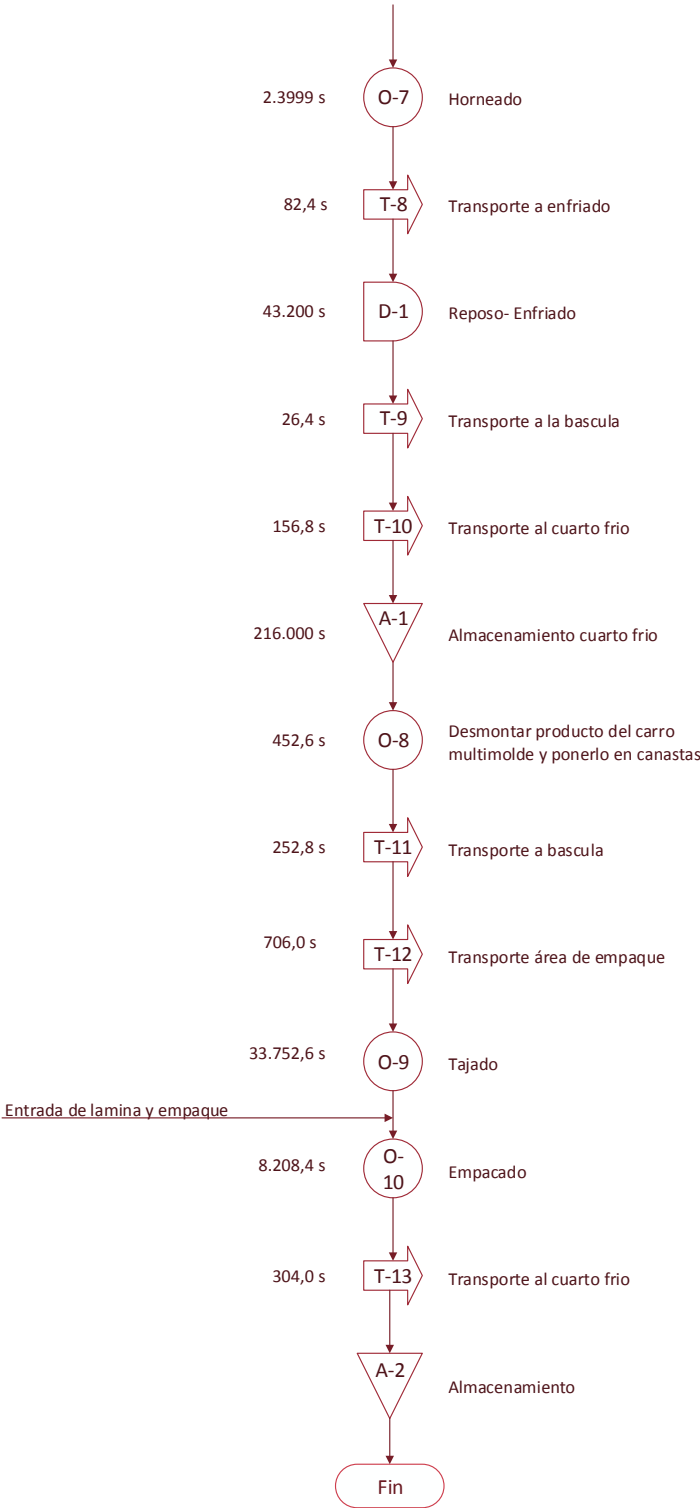


Figura VI. Diagrama de flujo del proceso de la mortadela.

Fuente: Autor

Causas críticas

Dado que la maquinaria utilizada en las operaciones proveniente de Alemania es costosa, calibrada por expertos y se encuentra trabajando a su capacidad máxima, no es posible realizar ajustes o adquirir nuevos equipos. Por lo tanto, el estudio se centra en las operaciones no efectivas, con el fin de minimizar los costos de los recursos dedicados a actividades que no agregan valor al producto.

Para identificar las causas críticas el primer paso es realizar las cartas de control para cada uno de los productos seleccionados. Para realizar dichas cartas se tomó en cuenta el tiempo no efectivo correspondiente a las operaciones de: agregar la materia prima, transporte y pesajes. Luego, se determinó la media y la desviación estándar de los tiempos no efectivos.

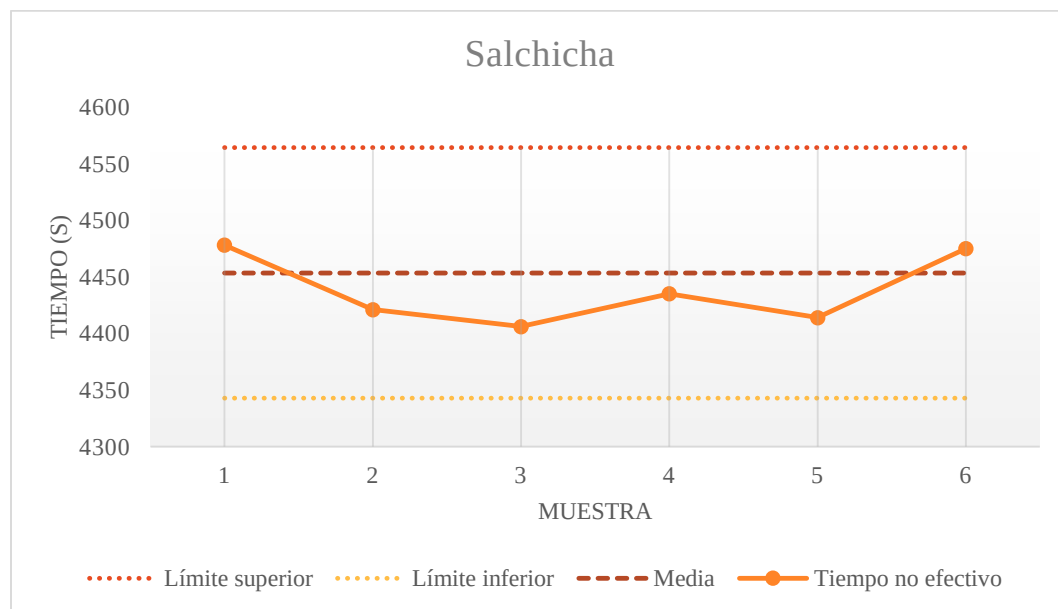
Con esta información se generan los límites superiores e inferiores, el límite superior se calcula al tomar la media y sumarle 3 veces la desviación estándar. Para el límite inferior, se toma la media y se le resta 3 veces la desviación estándar, para conseguir un intervalo de 6 veces la desviación estándar (seis sigma).

Finalmente, se grafican las tomas de tiempo posteriores con el fin de verificar que el proceso se encuentre dentro de los límites de control.

Cartas de control

A continuación, se presentan las cartas de control para los productos seleccionados.

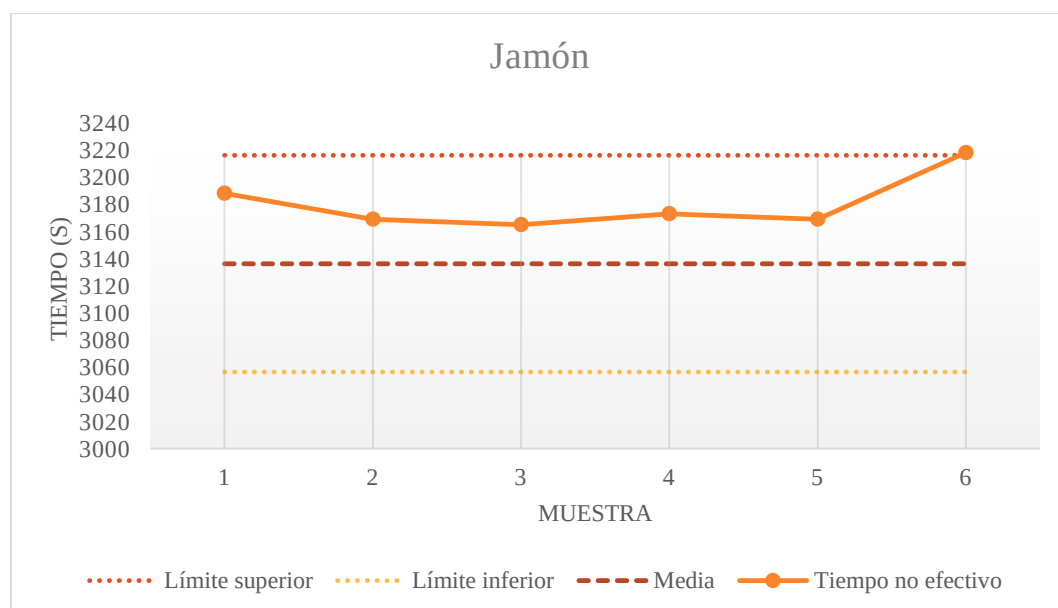
AUTOMATIZACIÓN



Gráfica I. Carta de control para la salchicha.

Fuente: Autor

De acuerdo con la información presentada el tiempo no efectivo de la salchicha está dentro del control ya que las tomas de tiempo se encuentran dentro del límite superior y el límite inferior.

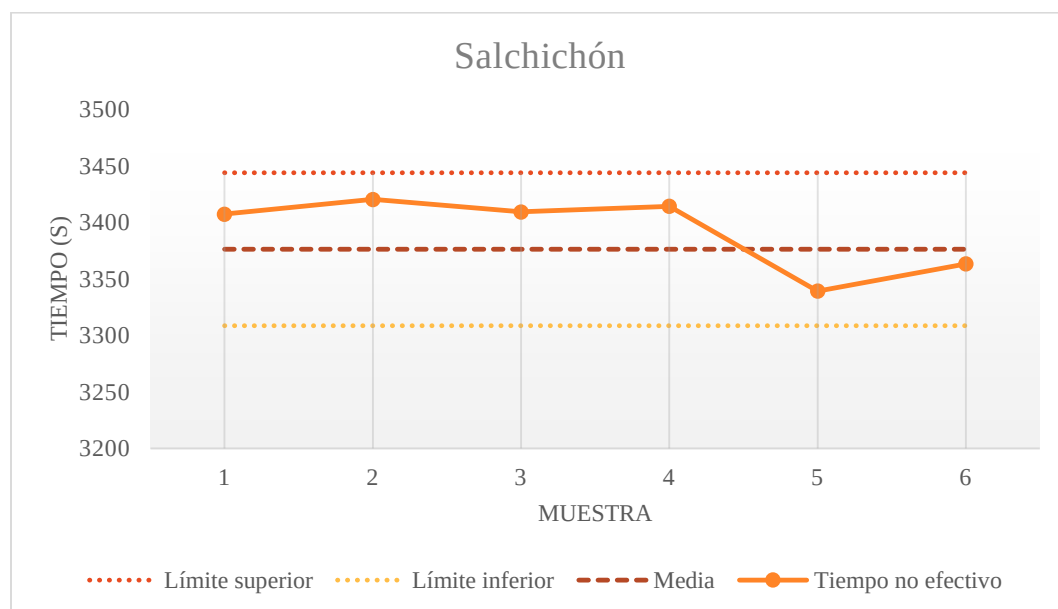


Gráfica II. Carta de control para el Jamón.

Fuente: Autor

AUTOMATIZACIÓN

De acuerdo con la información presentada el tiempo no efectivo del jamón está dentro del control ya que las tomas de tiempo se encuentran dentro del límite superior y el límite inferior. Sin embargo, los datos se encuentran entre la media y el límite superior.

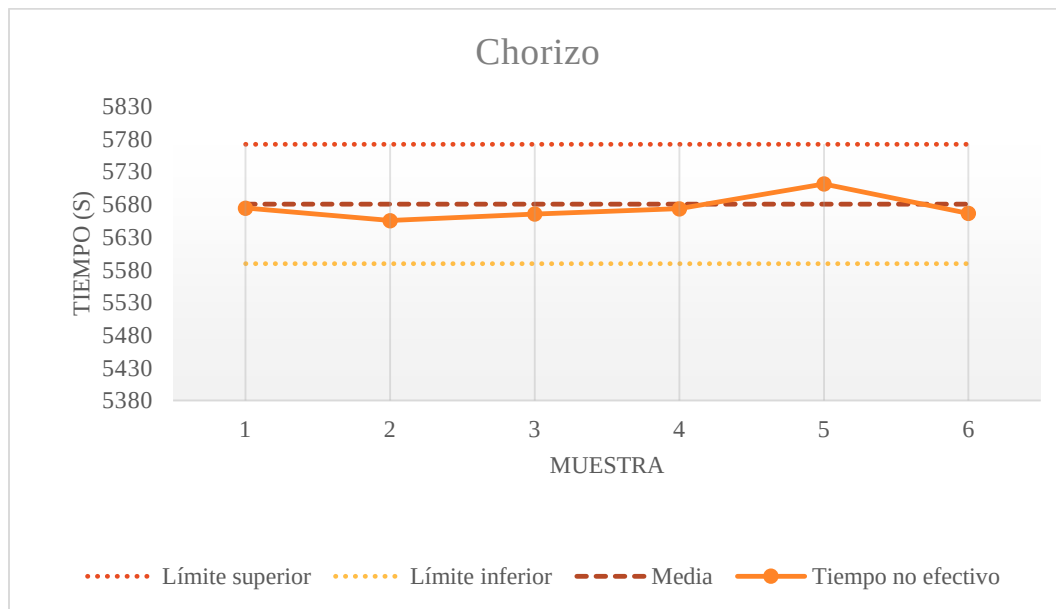


Gráfica III. Carta de control para el salchichón.

Fuente: Autor

De acuerdo con la información presentada el tiempo no efectivo del salchichón está dentro del control ya que las tomas de tiempo se encuentran dentro del límite superior y el límite inferior, con una mayor frecuencia entre el límite superior y la media.

AUTOMATIZACIÓN

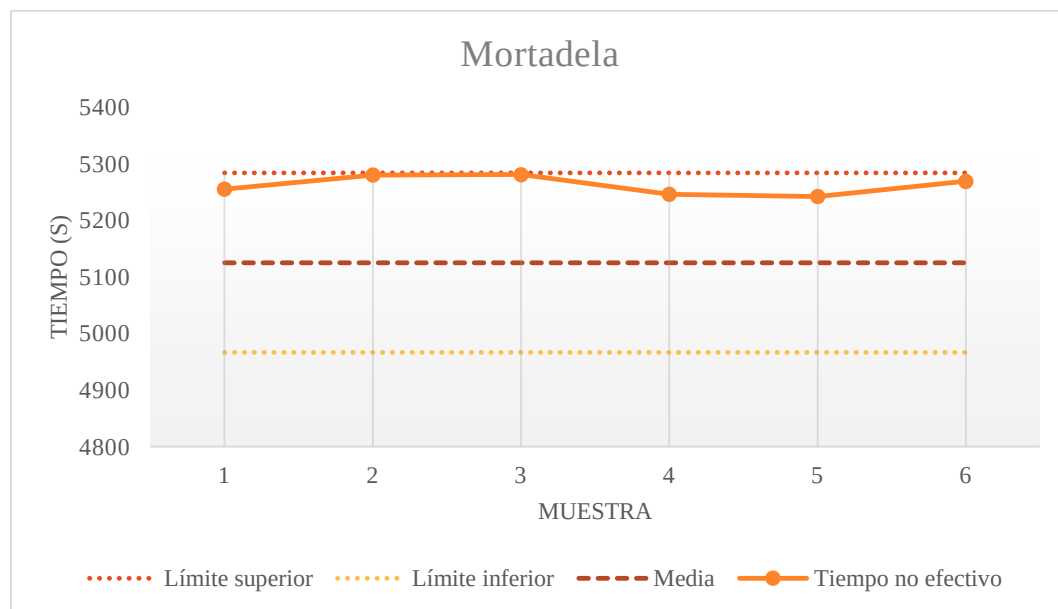


Gráfica IV. Carta de control para el chorizo.

Fuente: Autor

De acuerdo con la información presentada el tiempo no efectivo del chorizo está dentro del control ya que las tomas de tiempo se encuentran dentro del límite superior y el límite inferior. Adicional a esto, los datos se acercan a la media lo cual indica que este producto presenta una baja variación en el tiempo no efectivo.

AUTOMATIZACIÓN



Gráfica V. Carta de control para la mortadela.

Fuente: Autor

De acuerdo con la información presentada el tiempo no efectivo de la mortadela está dentro del control ya que las tomas de tiempo se encuentran dentro del límite superior y el límite inferior. Aunque, las muestras se acercan al límite superior, lo cual indica que los datos se alejan de la media.

Diagrama de Ishikawa

Inicialmente, el diagrama Ishikawa estaba dirigido a identificar las causas de los problemas por los cuales la producción puede estar fuera de control en las cartas. Sin embargo, dentro de las cartas de control no se encontró ningún producto en estas condiciones.

Por esta razón, se tomó la decisión de utilizar el diagrama Ishikawa para identificar los problemas que se presentan y transformarlos posteriormente en oportunidades de mejora continua.

A continuación, se presenta el Diagrama Ishikawa para la variabilidad que se muestra en las cartas de control del tiempo no efectivo. En él, se tienen en cuenta factores como la materia prima, la mano de obra, el método y la maquinaria. Dentro de la materia prima se incluye la

AUTOMATIZACIÓN

viscosidad de la mezcla producto del uso de materias primas adicionales a la cárnica. Dentro de la mano de obra se analizaron las condiciones laborales puesto que los operarios presentan variabilidad en el esfuerzo aplicado a la operación dada la jornada, por ejemplo, en la tarde se encuentran agotados y realizan las operaciones con mayor desviación. En el método se tuvo en cuenta el transporte innecesario por la movilización repetitiva en busca de materias primas y el transporte de los cutter a balanzas alejadas del centro de trabajo; además, se presenta la variación en el tamaño del batch ya que algunos son de 300 Kg, 600 Kg, 1.000 Kg y 1.200 Kg. En lo referente a la maquinaria se da por la dificultad en el uso de las balanzas pues al estar alejadas del suelo es necesario levantar el material para pesar y luego desmontarlo; también se presenta equipo insuficiente para el pesaje por la falta de una balanza en el área de producción. Por otro lado, la grapadora presenta un mal funcionamiento dado el mantenimiento deficiente.

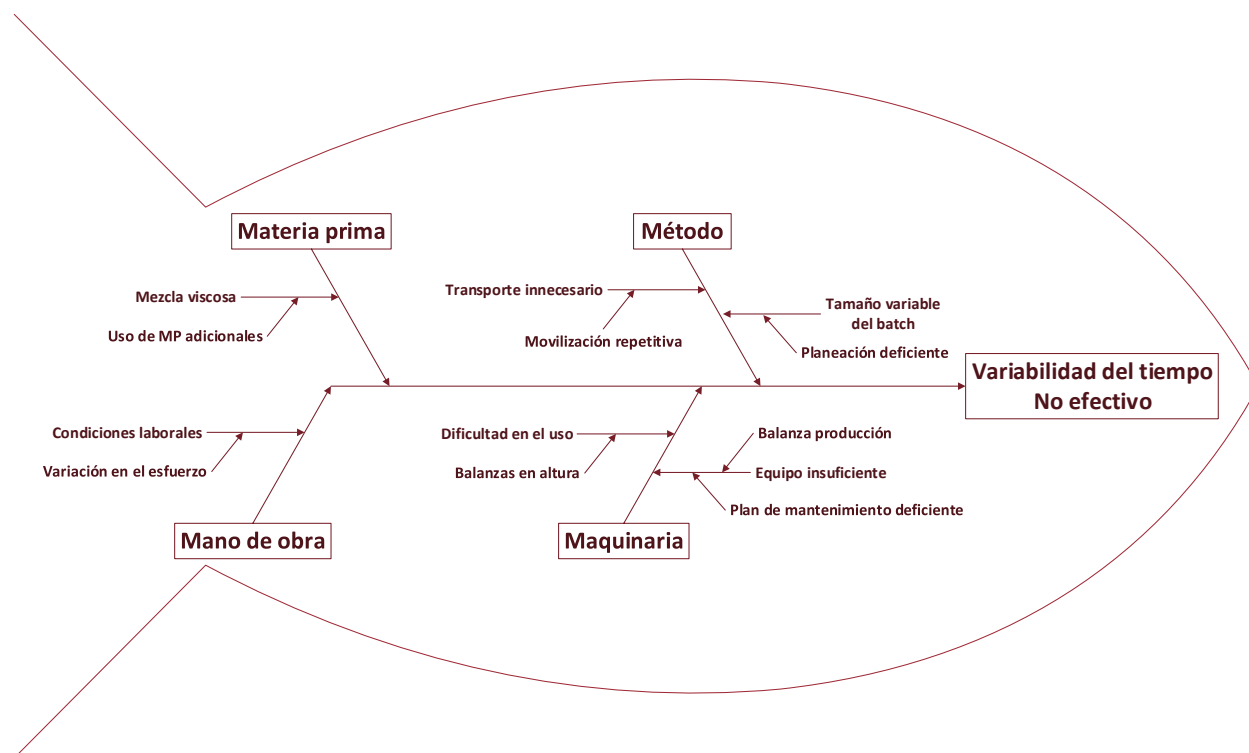


Figura VII. Diagrama de Ishikawa para la variabilidad del tiempo no efectivo.

Fuente: Autor

AUTOMATIZACIÓN

Dadas estas condiciones, se decidió realizar la tecnificación de las operaciones consideradas como no efectivas y susceptibles de mejora en el proceso.

AUTOMATIZACIÓN

Impacto económico y productivo de la propuesta

Para medir el impacto económico se realizará una toma de tiempos de los procesos identificados como no efectivos y se calcularán los costos actuales y de la propuesta de mejora con el fin de compararlos, y ver cuál de ellos ofrece mayor beneficio.

En el estado actual de los procesos se cuenta solo con mano de obra pues las operaciones se realizan manualmente. En los costos de implementación se medirá la mano de obra y los costos de los equipos que se incorporarán. Finalmente, se calculará la diferencia entre el estado actual y la implementación para determinar el ahorro de la producción.

Dado que la estacionalidad de la demanda de productos es anual debido a los hábitos de compra mes a mes por las diferentes celebraciones y el cierre anual de los estados financieros, se tomará este lapso de tiempo como el estándar de comparación, por lo tanto, los costos presentados a continuación son anuales.

En general, durante el análisis del comportamiento de los tiempos para el Chorizo Parrillero Milonchi, se presenta un valor muy desviado de la media, esto sucede porque el tiempo de preparación de la MPS es similar al de los demás productos, aunque el bache producido es pequeño (de 600 Kg.) y esto causa que el tiempo de preparación, transporte y agregado se distribuya en una menor cantidad de kilogramos producidos haciendo que el parámetro en segundos por kilogramos aumente. Por efectos de análisis, se ha decidido incluir este valor atípico dentro del cálculo de la media ya que representa la realidad del chorizo.

Transporte neumático

Para poder medir el impacto económico y productivo de la propuesta del transporte neumático es necesario realizar un paralelo entre el estado actual y la implementación de la propuesta.

AUTOMATIZACIÓN

Por lo tanto, se tendrán en cuenta las operaciones que se relacionan directamente con la materia prima seca, entre ellas se encuentran la preparación de la materia prima seca, su transporte al mezclador y la operación de agregarlo a la tolva.

El transporte neumático aparte de generar una reducción en el costo de la mano de obra, trae consigo otros beneficios como la inocuidad para preservar la calidad de los alimentos, la ergonomía al evitar el levantamiento y transporte de grandes volúmenes que puede causar enfermedades laborales, la eficiencia al reducir los tiempos de ejecución de estas actividades en el proceso productivo y la modernización de la planta.

Estado actual

Para realizar el estudio de tiempos con el fin de verificar el impacto productivo de la propuesta, se tuvo en cuenta los 5 productos seleccionados.

En la Tabla X se presenta el estudio de tiempos para la preparación de la materia prima seca. Para ello se midió el tiempo que le tomaba al operario preparar la materia prima seca en la bodega y el número de kilogramos. A continuación, se determinó un estándar de tiempo en segundos por kilogramo preparado. Teniendo en cuenta los cinco productos seleccionados, se llegó a obtener 5,5 segundos por kilogramo preparado.

El tiempo de preparación incluye los desplazamientos dentro de la bodega de materia prima seca (MPS) y la dosificación de las cantidades de insumos necesarias para un bache de producción.

Tabla X

Estudio de tiempos para la preparación de materia prima seca

Producto	Preparación MPS		
	Tiempo (s)	Kilos	Total (seg/kilo)
Salchires x 2,85 Kg	929,6	257,7	3,61
Jamonada costeña x 500 g	740,6	127,54	5,81
Salchichón Búcaro de Carne x 1.200 g	799	279,6	2,86
Chorizo Parrillero Milonchi x 900 g (5 x 5)	712,2	60,21	11,83
Mortadela Salsan x 500 g	839,2	245,92	3,41

AUTOMATIZACIÓN

Preparación MPS			
Producto	Tiempo (s)	Kilos	Total (seg/kilo)
Promedio			5,50

Fuente: Autor

La Tabla XI muestra el estudio de tiempos y el cálculo del estándar para el tiempo de transporte de la materia prima seca al mezclador. Para ello se midió el tiempo que le tomaba al operario llevar la materia prima desde la bodega al mezclador. Teniendo en cuenta los cinco productos seleccionados, se llegó a obtener 1,92 segundos por kilogramo transportado.

Tabla XI

Estudio de tiempos para el transporte de materia prima seca

Trasporte MPS			
Producto	Tiempo (s)	Kilos	Total (seg/kilo)
Salchires x 2,85 Kg	576,4	257,7	2,24
Jamonada costeña x 500 g	207	127,54	1,62
Salchichón Búcaro de Carne x 1.200 g	258,2	279,6	0,92
Chorizo Parrillero Milonchi x 900 g (5 x 5)	226,6	60,21	3,76
Mortadela Salsan x 500 g	256,4	245,92	1,04
Promedio			1,92

Fuente: Autor

La Tabla XII presenta el estudio de tiempos y el cálculo del estándar para agregar la materia prima seca al mezclador. Por lo tanto, se midió el tiempo que le tomaba al operario verter la materia prima dentro del mezclador. Para realizar el cálculo del estándar, se tuvieron en cuenta los cinco productos seleccionados y se llegó a obtener 3,77 segundos por kilogramo agregado.

Tabla XII

Estudio de tiempos para agregar la materia prima seca

Agregar MPS			
Producto	Tiempo (s)	Kilos	Total (seg/kilo)
Salchires x 2,85 Kg	637,2	257,7	2,47
Jamonada costeña x 500 g	495,8	127,54	3,89
Salchichón Búcaro de Carne x 1.200 g	535,6	279,6	1,92
Chorizo Parrillero Milonchi x 900 g (5 x 5)	494,2	60,21	8,21
Mortadela Salsan x 500 g	576,8	245,92	2,35
Promedio			3,77

AUTOMATIZACIÓN

Fuente: Autor

Una vez se ha determinado el tiempo por kilogramo preparado, transportado y agregado, es necesario determinar los kilogramos de materia prima seca utilizados al año en la producción. Para ello se tuvieron en cuenta los meses de enero a junio de 2016 y de julio a diciembre de 2015 ya que esta es la información anual más actualizada con la que cuenta la compañía.

Tabla XIII

Kilogramos de materia prima seca del estado actual

Mes	Valor
Enero	47.974,35
Febrero	46.304,75
Marzo	53.796,32
Abril	49.709,62
Mayo	52.458,03
Junio	41.513,65
Julio	45.794,36
Agosto	47.358,23
Septiembre	44.387,69
Octubre	49.552,50
Noviembre	46.406,87
Diciembre	54.591,37
Total	579.847,73

Fuente: (Salsan, 2016)

Con la información recolectada sobre los tiempos, la producción actual y el salario de un operario por una hora (incluyendo el factor prestacional), se determinaron el costo total de cada una de las operaciones en cuestión. Para la preparación de la MPS al año se gastan \$7.343.812,60, para el transporte de la MPS \$1.518.529 y para agregarla a las tolvas mezcladoras se gasta \$2.981.706 para un total de \$11.884.048.

Tabla XIV

Mano de obra del estado actual del transporte neumático

Mano de obra			
Preparación MPS			
Seg/Kilo	Kilos/Año	Hora/Seg	\$/Hora
5,50	579.847,73	3.600,00	8.285,99

AUTOMATIZACIÓN

Mano de obra			
Total	7.343.812,60		
Transporte MPS			
Seg/Kilo	Kilos/Año	Seg/Hora	\$/Hora
1,92	579.847,73	3.600,00	4.915,81
Total	1.518.529,40		
Agregar MPS			
Seg/Kilo	Kilos/Año	Seg/Hora	\$/Hora
3,77	579.847,73	3.600,00	4.915,81
Total	2.981.706,51		
Total MPS	11.884.048,51		

Fuente: Autor

Costo de implementación

Una vez implementada la propuesta del transporte neumático, la materia prima seca preparada, transportada y agregada por lo operarios manualmente se reduce. A continuación, se presenta el detalle mes a mes de los insumos que serán preparados, transportados y agregados por los operarios.

Tabla XV

Kilogramos de materia prima seca procesados manualmente una vez implementada la propuesta

Mes	Valor
Enero	8.812,91
Febrero	8.430,90
Marzo	9.635,42
Abril	8.875,10
Mayo	9.370,14
Junio	8.142,87
Julio	8.576,73
Agosto	8.893,04
Septiembre	8.240,72
Octubre	8.925,35
Noviembre	8.808,75
Diciembre	10.926,41
Total	107.638,35

Fuente: (Salsan, 2016)

AUTOMATIZACIÓN

Dado que implementar el transporte neumático se reducirá la materia prima seca preparada, transportada y agregada por los operarios, por lo tanto, la cantidad de kilogramos que se requiere pesar manualmente se disminuye a 107.638,35 al año. Por esta razón, los costos de la mano de obra se reducen en las 3 operaciones (preparación, transporte y agregar) para un total de \$2.198.635,59.

Tabla XVI

Mano de obra de la implementación del transporte neumático

Mano de obra			
Preparación MPS			
Seg/Kilo	Kilos/Año	Hora/Seg	\$/Hora
5,50	107.638,4	3.600,00	8.285,99
Total	1.363.247,35		
Transporte MPS			
Seg/Kilo	Kilos/Año	Seg/Hora	\$/Hora
1,92	107.638,4	3.600,00	4.915,81
Total	281.887,80		
Agregar MPS			
Seg/Kilo	Kilos/Año	Seg/Hora	\$/Hora
3,77	107.638,4	3.600,00	4.915,81
Total	553.500,44		
Total MPS	2.198.635,59		

Fuente: Autor

Una vez contemplados los costos de mano de obra, debe contabilizarse el costo del equipo de transporte neumático necesario. En la Tabla XVII se presenta el detalle del costo de la inversión, el costo del equipo es de \$77.894.000 que se depreciará a 15 años dada su vida útil. Por ende, el costo del equipo anualmente es de \$5.192.933.

Tabla XVII

Equipo de transporte neumático

Maquinaria mejorada					
Pesaje, transporte y agregar MPS					
Descripción	Costo unitario	Cantidad	Total	Vida útil	Depreciación
Transporte neumático	77.894.000,00	1,00	77.894.000,00	15	5.192.933,33
Total		1,00	77.894.000,00		5.192.933,33

AUTOMATIZACIÓN

Fuente: Autor

Ahorro por la implementación

Ahora, se presenta un paralelo entre los dos sistemas; en la actualidad, utilizando únicamente mano de obra en la preparación, transporte y adición de las materias primas secas se destinan \$11.844.048,51. Sin embargo, implementando el transporte neumático en Salsan y reduciendo la mano de obra del personal encargado de las tres operaciones mencionadas, el costo del proceso desciende a \$7.211.555 como resultado de la suma de la mano de obra y la depreciación del equipo de transporte neumático calculados previamente, dejando así un beneficio a la compañía de \$4.632.493 anuales.

Tabla XVIII

Ahorro por la implementación del transporte neumático

Ahorro por mejora		
Pesaje, transporte y agregar MPS		
Sistema tradicional	Sistema tecnificado	Utilidad
11.844.048,51	7.211.555,19	4.632.493,33

Fuente: Autor

Mejoramiento del transporte a básculas

Con el fin de determinar el impacto económico y productivo de la propuesta que incluye una nueva balanza y el empotramiento de ambas para que queden a nivel del suelo, es necesario realizar una comparación entre el estado actual y la implementación de la propuesta. Por ende, se contempla la operación de transporte a la báscula.

Estado actual

Para realizar el estudio de tiempos y calcular el impacto productivo de la propuesta, se tuvieron en cuenta los 5 productos seleccionados. En el transporte a báscula de alta y baja rotación se observaron la salchicha, chorizo, salchichón y mortadela mientras para el transporte a la báscula de jamonería se contempló únicamente el jamón.

AUTOMATIZACIÓN

En la Tabla XIX se presenta el estudio de tiempos para el transporte de los productos a la báscula, en el estado actual de alta y baja rotación se mide el tiempo de transporte de la salchicha, el chorizo, el salchichón y la mortadela desde el mezclador ubicado al final del área de producción a la balanza de plataforma ubicada el inicio del área de producción y desde esta última hasta a la embutidora.

Tabla XIX

Mano de obra del estado actual de las básculas

Mano de obra actual			
Transporte bascula (alta y baja)			
Seg/Kilo	Kilos/Año	Seg/Hora	\$/Hora
0,44	2.689.243,00	3.600,00	4.915,81
Total			1.615.753,07
Transporte bascula Jamonería			
Seg/Kilo	Kilos/Año	Seg/Hora	\$/Hora
0,79	486.578,00	3.600,00	4.915,81
Total			524.894,26

Fuente: Autor

Costo de implementación

En la siguiente tabla se presenta el transporte anual una vez implementada la propuesta. Cabe resaltar que permanecen constantes los valores de kilogramos ya que no existe un aumento o decremento en la producción. Sin embargo, los datos del estudio de tiempos reflejan una disminución que responden a la compra de una balanza adicional para el área de producción de alta y baja que minimiza la distancia recorrida y el empotramiento de estas dos balanzas dentro del suelo.

Tabla XX

Mano de obra de la implementación y mejoramiento del transporte a básculas

Mano de obra sistema tecnificado			
Transporte bascula (alta y baja)			
Seg/Kilo	Kilos/Año	Seg/Hora	\$/Hora
0,12	2.689.243,00	3.600,00	4.915,81

AUTOMATIZACIÓN

Mano de obra sistema tecnificado			
Total	441.118,95		
Transporte bascula Jamonería			
Seg/Kilo	Kilos/Año	Seg/Hora	\$/Hora
0,33	486.578,00	3.600,00	4.915,81
Total	218.376,48		
Fuente: Autor			

En la Tabla XXI se presenta el costo de la implementación de la propuesta, en ella se muestra el costo de los huecos, los canales de desagüe y el precio de la báscula que se comprará. Cabe resaltar que los huecos para empotrar las balanzas no se deprecian ya que se contabilizan directamente como un gasto, por el contrario, los canales de desagüe tienen una vida útil de 20 años y la báscula se deprecia a 10 años.

Tabla XXI
Mejoramiento del transporte a básculas

Maquinaria mejorada					
Bascula (alta y baja)					
Descripción	Costo u.	Cantidad	Total	Vida útil	Depreciación
Hueco	262.500,00	1,00	262.500,00		
Canal de desagüe	200.000,00	1,00	200.000,00	20	10.000,00
Bascula	3.944.000,00	1,00	3.944.000,00	10	394.400,00
Total		3,00	4.406.500,00		404.400,00
Bascula (Jamonería)					
Descripción	Costo u.	Cantidad	Total	Vida útil	Depreciación
Hueco	262.500,00	1,00	262.500,00		
Canal de desagüe	200.000,00	1,00	200.000,00	20	10.000,00
Total		2,00	462.500,00		10.000,00

Fuente: Autor

Ahorro por la implementación

Finalmente, se presenta una tabla resumen con el beneficio de la implementación de las mejoras planteadas a las básculas.

Para el transporte a báscula de los productos de alta y baja se tiene una utilidad de 770.234,12 y para la báscula ubicada en el área de jamonería, sería de 296.517,79.

AUTOMATIZACIÓN

Tabla XXII

Ahorro por la implementación y mejoramiento del transporte a báscula

Ahorro por mejora		
Bascula (alta y baja)		
Total	Total	Utilidad
1.615.727,23	845.518,95	770.234,12
Bascula (Jamonería)		
Total	Total	Utilidad
524.270,75	228.376,48	296.517,79

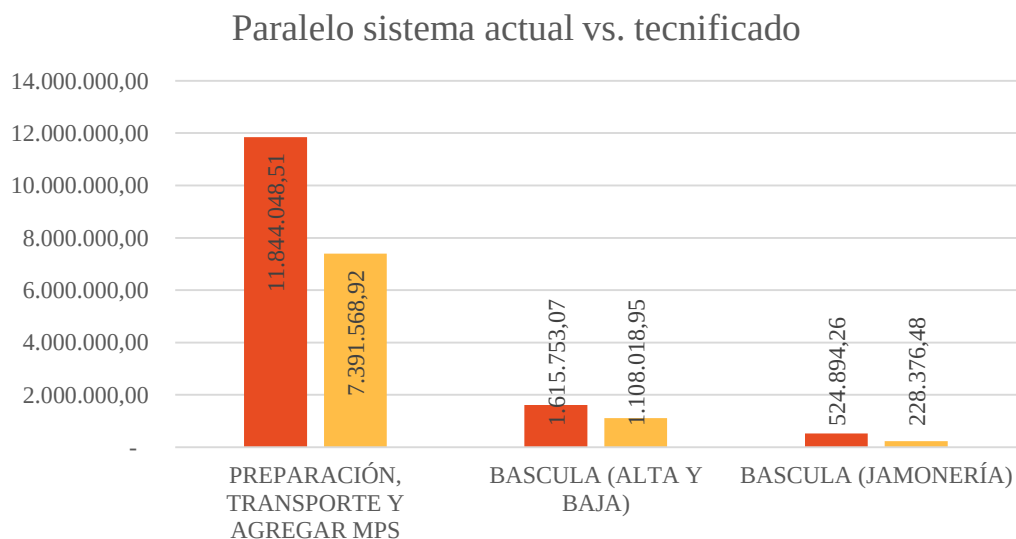
Fuente: Autor

Beneficio total de la implementación del programa de tecnificación

En la Gráfica VI se muestra el paralelo de los costos entre el sistema actual y el sistema tecnificado. Para el proceso de preparación, transporte y agregar MPS en la actualidad se destinan \$11.844.048 aunque al implementar el sistema sólo se destinarán \$7.391.568.

En el transporte a balanza de alta y baja se gastaban \$1.615.753 e implementando una báscula empotrada se reduce el gasto a \$1.108.018.

Para el transporte a la báscula en jamonería se destinan actualmente \$524.894 mientras que si se empotra la balanza el costo se reduce a \$228.376.

*Gráfica VI Paralelo entre el sistema actual y el sistema tecnificado*

AUTOMATIZACIÓN

Fuente: Autor

Por ende, la suma de estas diferencias da como resultado el beneficio total de la implementación de la propuesta de tecnificación. En la Tabla XXIII se presenta el beneficio alcanzado por la propuesta. Durante el primer año el beneficio es de \$4.994.231 ya que es necesario llevar al gasto los huecos para empotrar las básculas. Pero a partir del segundo, el beneficio aumenta a 5.519.231 ya que el precio de los huecos sale de la ecuación.

Tabla XXIII

Beneficio de la propuesta de tecnificación

Periodo	Beneficio
Durante el primer año	4.994.231,50
A partir del segundo año	5.519.231,50

Fuente: Autor

Horas de trabajo liberadas para otros procesos

A continuación, se presentan las horas extras de los operarios que quedan disponibles para otros procesos. Para calcular el número de horas extra se dividió el beneficio generado por la propuesta entre el precio de la hora.

Tabla XXIV

Horas libres disponibles para otros procesos

Propuesta	Ahorro	Horas Extras
Operario preparación	5.980.565,25	722
Operario Transporte	1.236.641,60	252
Operario agregado	2.428.206,07	494
Transporte a báscula		
Alta y Baja	1.174.634,12	239
Jamonería	306.517,79	63

Fuente: Autor

Periodo de recuperación de la inversión

En la Tabla XXV se presentan los cotos de las propuestas, así como el beneficio que generan las mismas y el periodo de recuperación (PRI). Para el transporte neumático se tiene un

AUTOMATIZACIÓN

costo de \$77.894.000 que se recupera a los 8,08 años con un beneficio de 9.645.142. Para el transporte a báscula en el área de alta y baja donde se incluye una báscula adicional se presenta un costo de \$4.144.000 que se recupera en 3,53 años con un beneficio de 1.174.634. Finalmente, poner la báscula de jamonería empotrada en el suelo tiene un costo de \$200.000 que se recupera en 0,65 años con un beneficio anual de 306.517.

Tabla XXV

Periodo de recuperación de las propuestas

Propuesta	Costo de la propuesta	Beneficio de la propuesta	PRI (años)
Transporte neumático	\$77.894.000	9.645.412,92	8,08
	Transporte a báscula		
Alta y Baja	\$4.144.000	1.174.634,12	3,53
Jamonería	\$200.000	306.517,79	0,65

Fuente: Autor

Costo operación planta

El costo operación planta (C.O.P) hace referencia al costo de producción de cada kilogramo teniendo en cuenta únicamente la mano de obra directa (MOD) y los costos indirectos de fabricación (CIF).

$$C.O.P = \frac{CIF + Mano\ de\ obra}{Kilogramos\ producidos}$$

Estado actual

En la Tabla XXVI se presenta el C.O.P histórico para un año en Salsan, este se calculó con el fin de verificar el impacto que tendrá la propuesta sobre los costos de la compañía.

Tabla XXVI

Costo Operación planta en el estado actual

Mes	MOD	CIF	Kilogramos producidos	COP
Enero	\$58.016.103	\$176.883.218	297.199,90	790,37
Febrero	\$48.881.122	\$188.067.508	235.773,80	1.004,98
Marzo	\$52.726.475	\$174.615.549	278.059,30	817,60
Abril	\$65.173.026	\$196.168.620	263.728,00	990,95

AUTOMATIZACIÓN

Mes	MOD	CIF	Kilogramos producidos	COP
Mayo	\$58.917.940	\$187.699.717	275.568,43	894,94
Junio	\$59.069.277	\$194.826.374	270.962,95	937,01
Julio	\$46.677.990	\$176.858.006	235.169,10	950,53
Agosto	\$46.228.056	\$163.662.737	238.273,30	880,88
Septiembre	\$47.940.247	\$164.451.710	227.904,57	931,93
Octubre	\$54.225.259	\$182.800.309	251.628,41	941,97
Noviembre	\$49.872.595	\$172.298.013	240.924,61	922,16
Diciembre	\$66.996.021	\$191.548.017	273.239,25	946,22
Total	\$654.724.111	\$2.169.879.777	3.088.431,61	914,58

Fuente: Autor

Implementación

Al analizar la propuesta en un periodo anual, se debe tener en cuenta que la mano de obra se reduce destinada a estos procesos se reduce en \$11.126.565 y los costos indirectos de fabricación aumentan en \$5.607.333 por concepto de la depreciación. Para efectos del análisis, los kilogramos producidos permanecen constantes y el cambio en los costos se causa una reducción del costo operación planta desde los \$914,58/kilogramo hasta los \$912,79/kilogramos.

Tabla XXVII

Costo Operación planta en el estado actual

Descripción (Total)	MOD	CIF	Kilogramos producidos	COP
Estado actual	\$654.724.111	\$2.169.879.777	3.088.431,61	914,58
Costos implementación	-\$11.126.565	\$5.607.333		
Total implementación	\$643.597.546	\$2.175.487.111	3.088.431,61	912,79

Fuente: Autor

AUTOMATIZACIÓN

Cronograma y presupuesto de implementación de la propuesta de tecnificación

Figura VIII. Cronograma para la implementación de la tecnificación en Salsan

Fuente: Autor

AUTOMATIZACIÓN

En la Tabla XXVIII se presenta el presupuesto necesario para llevar a cabo la propuesta. En él se incluye el transporte neumático y los costos adjuntos a la propuesta de mejoramiento del transporte a báscula.

Tabla XXVIII

Presupuesto para la implementación de la propuesta

Concepto	Valor
Transporte neumático	
Instrumentación	\$77.894.000
Transporte a báscula	
Alta y Baja	
Demolición y excavación del suelo	\$262.500
Instalación de canal de desagüe	\$200.000
Báscula	\$3.944.000
Jamonería	
Demolición y excavación del suelo	\$262.500
Instalación de canal de desagüe	\$200.000
Total	\$82.763.000

Fuente: Autor

Conclusiones

Durante el diagnóstico en Salsan Ltda. se describió el proceso general de producción del portafolio de productos. También, se identificaron los diferentes equipos utilizados en la producción de las distintas referencias. Además, se seleccionaron las líneas de producto salchicha, jamón, chorizo, salchichón y mortadela para realizar el estudio con base en la participación en las ventas.

En la caracterización de los procesos de producción se seleccionó la referencia líder en ventas dentro de las líneas de productos para llevar a cabo el estudio de tiempos y generar los diagramas de flujo de operaciones. Dentro de los productos seleccionados se encuentran la Salchicha: Salchires x 2,85 Kg, el Jamón: Jamonada costeña x 500 g, el Salchichón: Salchichón Búcaro de Carne x 1.200 g, el Chorizo: Chorizo Parrillero Milonchi x 900 g (5 x 5) y la Mortadela: Mortadela Salsan x 500 g.

Una vez realizado el estudio de tiempos se generaron los límites superiores e inferiores para el tiempo no efectivo con base en la metodología seis sigma. A continuación, se realizó una segunda toma de tiempos no efectivos para generar las cartas de control donde se encontró que la producción de las cinco referencias seleccionadas se encontraba dentro de los parámetros. Sin embargo, dado el compromiso de la mejora continua se decidió realizar un diagrama Ishikawa para identificar oportunidades de mejora en el proceso para hacerlo más eficiente. Dentro de las causas identificadas se encuentran el transporte innecesario por la movilización repetitiva en busca de materias primas y el transporte de los cutter a balanzas alejadas del centro de trabajo.

Ya que la maquinaria utilizada en las operaciones proveniente de Alemania es costosa, calibrada por expertos y se encuentra trabajando a su capacidad máxima, no es posible realizar ajustes o adquirir nuevos equipos se decidió llevar a cabo un proceso de tecnificación en la planta

AUTOMATIZACIÓN

de producción de Salsan. Por lo tanto, se decidió proponer la implementación del transporte neumático reduciendo la necesidad de mano de obra para el proceso de preparación, transporte y agregado de materia prima seca. También, se presenta la oportunidad de comprar una báscula para el área de alta y baja rotación con el fin de reducir el tiempo de transporte. Además, para hacer más eficiente el proceso de pesado en las básculas, se evaluó la posibilidad de empotrar las básculas en el suelo.

Se decidió proponer la implementación del transporte neumático con una reducción del 81,4% de los kilos de MPS a preparar, transportar y agregar a la tolva, la oportunidad de comprar una báscula para el área de alta y baja rotación con una reducción de 72,73% del tiempo de transporte a bascula y se evaluó la posibilidad de empotrar las básculas en el suelo con una reducción del 58,23% del tiempo de transporte a bascula.

Estas propuestas representan un impacto tanto productivo haciendo más eficientes los procesos como económico a través de la reducción de la mano de obra. Por lo tanto, la inversión de \$77.894.000 del transporte neumático se recupera a los 8,08 años, la compra de la báscula en el área de alta y baja y su empotramiento por un valor de \$4.144.000 se recupera en un periodo de 3,53 años y el empotrar la báscula de jamonería que cuesta \$200.000 se recupera en 0,65 años.

Finalmente, con base en la propuesta del transporte neumático y las mejoras al pesaje se generó el presupuesto por un valor de \$82.763.000 y el cronograma para su implementación en septiembre de 2016. En el cronograma la implementación del transporte neumático tiene una duración de tres (3) días hábiles, la compra de la báscula adicional tiene un tiempo de entrega de 10 días hábiles y la adecuación e instalación de las básculas toma 2 días hábiles.

Bibliografía

ASME. (2010). *Simbología ASME*.

Beckhoff. (Octubre de 2014). *Qué es un PAC*. Obtenido de La nueva tecnología en Automatización:

<http://www.logicelectronic.com/BECKHOFF/Que%20es%20un%20PAC.htm>

Cala Gómez, L. V., & Olaya Baez, Y. P. (2010). *Análisis y mejoramiento del proceso productivo de Salsan Ltda*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Creus Solé, A. (2011). Otras Variables. En *Instrumentación Industrial*. Barcelona: Marcombo.

Dinero. (Noviembre de 2013). *Exportaciones: la apuesta del sector cárnico*. Obtenido de Dinero: <http://www.dinero.com/empresas/articulo/exportaciones-crecimiento-del-sector-carnico/188637>

García Criollo, R. (1998). *Estudio del Trabajo Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo*. México: McGraw Hill.

Gestión de Operaciones. (Diciembre de 2014). *Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto*. Obtenido de Gestión de Operaciones: Blog sobre la Gestión e Investigación de Operaciones con tutoriales y ejercicios resueltos.: <http://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>

Industria Alimenticia. (Junio de 2014). *Automatización, la clave del retorno de inversión*. Obtenido de Industrial Alimenticia: <http://www.industriaalimenticia.com/articles/87239-automatizacion-la-clave-del-retorno-de-inversion>

Marcano, J., & Torres, P. (2014). *Medición de la variable de Nivel*. IUTA.

AUTOMATIZACIÓN

- Mateos Suárez, J. G. (1996). *Medición de Nivel*. Obtenido de Instrumentación I: <http://proton.ucting.udg.mx/dpto/maestros/mateos/clase/teoria/nivel/columna.htm>
- Montoya, N., & Correa, J. (2009). Cartas de Control Estadístico de Procesos en el monitoreo de la mortalidad perinatal. *Salud pública*, 92-99.
- Niebel, B., & Andris, F. (2014). *Ingeniería Industrial de Niebel: métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: McGraw Hill.
- Opto 22. (Octubre de 2014). *Comparing PACs to Other Automation Technologies*. Obtenido de Controllers, I/O, solid-state relays: <http://www.opto22.com/site/pacsvsothertech.aspx>
- Pabón, Y., Gómez, L., & Téllez, N. (2012). *Estudio de tiempos para las diferentes referencias producidas por la Salsamentaría Santander Ltda*. Bucaramanga: Salsan.
- Procolombia. (2016). *Inversión en el sector cárnico de Colombia*. Obtenido de Portal oficial de inversión de Colombia: <http://www.inviertaencolombia.com.co/oficinas-en-el-exterior/27-sectores/agroindustria/294-carnico.html>
- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Real Academia Española: Real Academia Española
- Rico, L. (Febrero de 2016). Estructura organizacional. (D. Durán, Entrevistador)
- Salsan. (2003). *Programa de mantenimiento*. Bucaramanga: Salsan.
- Salsan. (Febrero de 2016). *Empresa*. Obtenido de Salsan: salsan.com.co/?page_id=23101
- Salsan. (2016). *Matriz de producción lanzada*. Bucaramanaga: Salsan.
- Sánchez, E. (2005). *Seis sigma, filosofía de gestión de calidad: estudio teórico y su posible aplicación en el Perú*. Universidad de Piura: Piura.
- Universidad Nacional de Educación a Distancia. (Octubre de 2014). *Presentación, Sistemas distribuidos de control*. Obtenido de Asignatura Sitemas Distribuidos de Control:

AUTOMATIZACIÓN

http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,8050613,93_20527912&_dad=portal&_schema=PORTAL&idAsignatura=28803203