

**Diseño y Evaluación de Mejoras Operativas en la Carnicería Los Gemelos:
Un Enfoque Integral hacia la Eficiencia y la Innovación**

**Laura Marcela Delgado Herrera
Yuliana Andrea Valencia Arroyave**

Artículo presentado para optar el título de Ingeniería Industrial

Directora
Marianita Galarza Cevallos
Maestría en logística integral



**Institución Universitaria Antonio José Camacho
Facultad de Ingeniería
Programa Académico Ingeniería Industrial
2023**

Resumen

La investigación en curso en la distribuidora de carne Los Gemelos, ubicada en Cali, se enfoca en elevar su eficiencia operativa y mejorar su capacidad de respuesta ante las cambiantes demandas del mercado. A través de la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de los procesos internos, tiempos de ejecución, distribución de recursos y utilización de espacios disponibles.

El objetivo primordial de este análisis detallado es proponer soluciones prácticas que permitan optimizar la operación diaria de Los Gemelos. Esto implica abordar desafíos significativos, como la adaptación ágil a las fluctuaciones del mercado y la implementación de estrategias que garanticen una gestión eficaz de los recursos.

En línea con una perspectiva más amplia, la investigación aspira a contribuir de manera significativa al crecimiento y sostenibilidad del negocio. Se busca ofrecer recomendaciones aplicables y viables, respaldadas por un análisis meticuloso, con el propósito de fortalecer la posición competitiva de Los Gemelos en el mercado de distribución de carne.

Este enfoque integral refleja el compromiso de la investigación con la mejora continua y la adaptabilidad empresarial, fundamentado en la comprensión profunda de los desafíos específicos que enfrenta la distribuidora. En última instancia, se espera que las soluciones propuestas no solo optimicen la operación diaria, sino que también posicionen a Los Gemelos como un referente en eficiencia y calidad dentro de la industria de distribución de carne en Cali

Palabras clave: Eficiencia operativa, Ingeniería industrial, Análisis de procesos, Demanda del mercado, Distribución de espacios, Adaptación al mercado.

Abstract

The ongoing research at the meat distributor Los Gemelos, located in Cali, focuses on increasing its operational efficiency and improving its ability to respond to changing market demands. Through the application of industrial engineering tools, an exhaustive analysis of internal processes, execution times, distribution of resources and use of available spaces will be carried out.

The primary objective of this detailed analysis is to propose practical solutions that allow optimizing the daily operation of Los Gemelos. This involves addressing significant challenges, such as agile adaptation to market fluctuations and implementing strategies that ensure effective resource management.

In line with a broader perspective, the research aims to contribute significantly to the growth and sustainability of the business. The aim is to offer applicable and viable recommendations, supported by a meticulous analysis, with the purpose of strengthening the competitive position of Los Gemelos in the meat distribution market.

This comprehensive approach reflects research's commitment to continuous improvement and business adaptability, founded on a deep understanding of the specific challenges facing the distributor. Ultimately, the proposed solutions are expected to not only optimize daily operations, but also position Los Gemelos as a benchmark in efficiency and quality within the meat distribution industry in Cali.

Keywords: Operational efficiency, Industrial engineering, Process analysis, Market demand, Space distribution, Market adaptation.

Introducción

En la introducción se menciona claramente el para qué y el porqué del documento, se incluye el planteamiento del problema, el objetivo, preguntas de investigación, la justificación.

La investigación se desarrolla en la distribuidora de carne Los Gemelos, localizada en la ciudad de Cali, un entorno empresarial dedicado a la comercialización de diversas carnes frescas destinadas al consumo humano. La complejidad de sus operaciones, desde el porcionado de carne hasta el corte de productos con huesos, plantea desafíos y oportunidades que requieren un análisis detallado.

Optimización de Procesos: Para aumentar la eficiencia en cada paso del proceso, desde el porcionado hasta el corte de productos con huesos, la investigación se centra en identificar oportunidades para reducir tiempos de operación y eliminar operaciones innecesarias.

Utilización Eficiente de Recursos: Con el objetivo de maximizar la utilización de recursos como espacio, personal y equipos, la investigación evaluará cómo la carnicería Los Gemelos puede reducir desperdicios y mejorar la rentabilidad.

Adaptación a Demandas del Mercado: En un entorno empresarial en constante cambio, la investigación busca garantizar que la carnicería se adapte eficazmente a las tendencias del mercado, anticipándose a las demandas del consumidor y ajustando sus operaciones en consecuencia.

Eficiencia Operativa: La mejora de la eficiencia operativa es esencial para lograr una operación más ágil. Se buscará minimizar distancias recorridas y garantizar que cada fase del proceso contribuya de manera efectiva a los objetivos generales de la carnicería.

Sostenibilidad del Negocio: La investigación no solo aspira a resolver problemas inmediatos, sino a contribuir al crecimiento sostenible de la Carnicería Los Gemelos a largo plazo. Se implementarán cambios positivos para fortalecer la posición del negocio y enfrentar desafíos futuros.

Aplicación de Herramientas de Ingeniería Industrial: La investigación hará uso de herramientas específicas de ingeniería industrial, como estudios de métodos y tiempos, para respaldar las decisiones de mejora con datos cuantitativos y cualitativos.

Ofrecer Soluciones Prácticas y Aplicables: La investigación no solo identificará problemas, sino que proporcionará recomendaciones concretas y aplicables. Busca facilitar la implementación de cambios realistas para mejorar el funcionamiento general de la carnicería.

Aprendizaje de Antecedentes Relevantes: La exploración de estudios previos y antecedentes relevantes proporcionará valiosas lecciones aprendidas de situaciones similares, permitiendo aplicar mejores prácticas y evitar errores comunes en el proceso de mejora.

Dentro de su objetivo principal esta “Diseñar mejoras en los procesos, para potenciar la eficiencia y contribuir al desarrollo sostenible del negocio, a través de herramientas de mejora continua y estudio de métodos y tiempos en la carnicería “Los Gemelos”.”

¿Cuáles son las principales áreas de oportunidad identificadas en los procesos actuales, que permitan la estandarización y el rediseño del espacio de trabajo?

¿Cuáles son los pasos necesarios para llevar a cabo una simulación eficaz de los procesos y servicios en la carnicería los gemelos?

¿Cuál es el costo beneficio de la inversión en maquinaria y la adecuación de la distribución en planta?

En la carnicería "Los Gemelos", una empresa que opera en un sector altamente competitivo y sujeto a un constante proceso de evolución. La eficiencia operativa y la mejora continua son factores críticos que determinan el éxito sostenible en este mercado. Este proyecto tiene como objetivo aplicar los principios y prácticas de la ingeniería industrial para abordar los desafíos operativos específicos que enfrenta; La estandarización de procesos, en este contexto, se convierte en una estrategia clave para optimizar la producción y el crecimiento económico.

Este proyecto busca aplicar tecnologías avanzadas y técnicas de gestión para optimizar los procesos en la carnicería, la gestión eficiente de inventario y la reducción de desperdicio son áreas clave de enfoque. Al mejorar estos aspectos, la carnicería podrá aumentar su productividad y eficiencia, lo que resultará en un beneficio económico significativo.

Los hallazgos y soluciones desarrolladas en esta tesis no solo serán aplicables a la carnicería en cuestión, sino que también podrán replicarse en otros establecimientos similares en la industria de la carne. Esta investigación no solo beneficiará a nivel local, sino que también tendrá un impacto en el campo científico y tecnológico de la industria alimentaria en general.

1 Desarrollo del tema

1.1 Problemática en la Carnicería “Los Gemelos”

La creciente subida de los precios de la carne representa un desafío crítico para la Distribuidora De Carnes Los Gemelos, ya que esta tendencia impacta directamente en los costos de producción y, por ende, en la rentabilidad de la empresa. su distribución en planta no es la más adecuada con relación a su espacio y ubicación de máquinas, convirtiéndose así en un espacio ineficiente, ya que los operarios carecen de espacio óptimo para movilizarse y realizar sus labores, en el espacio actual, no existe la posibilidad de establecer una adecuación del espacio de trabajo correcto.

Por la falta de una adecuada distribución en planta en la carnicería los gemelos y de implementación de máquinas, no se cumple con algunos de los requisitos que son necesarios para una carnicería según (PREVENSYSTEM, 2022).

- La carne y los productos cárnicos comestibles no deben estar expuestos al medio ambiente; deben permanecer dentro de equipos que permitan mantener la cadena de frío.
- Deben contar con indicadores y sistema de registro de temperaturas.
- Deben contar con un sistema de refrigeración con la capacidad de almacenar el volumen de carne que comercializa, para mantener la temperatura a la cual fueron recibidos los productos cárnicos comestibles

La subida de los precios de la carne y la falta de una distribución eficiente en planta han generado una serie de desafíos; algunos de los procesos no son seguros a la hora de realizarlos y su elaboración gasta mucho tiempo, al realizar procesos de mejora esto ayudaría a la reducción en tiempos y la atención al cliente.

En esta sección, nos centraremos en los procesos más tardíos de la comercialización de carne, identificando las áreas críticas, analizando demoras, ineficiencia en la distribución y los riesgos asociados con estas deficiencias.

La falta de una distribución en planta adecuada, la carencia de procesos estandarizados y otros problemas en los procesos más tardíos de la comercialización de carne plantean riesgos significativos para los empleados de Distribuidora De Carnes Los Gemelos. En esta sección de la tesis, nos adentraremos en la identificación y evaluación de estos riesgos, destacando cómo la falta de medidas preventivas, mejoras en la distribución en planta y la estandarización de procesos puede poner en peligro la seguridad y salud de los operarios. Exploraremos en detalle los riesgos potenciales, como cortes, lesiones musculoesqueléticas, quemaduras, y otros peligros asociados con las operaciones en la carnicería.

1.2. Tiempos De Los Procesos Que Más Tardan En Realizarse

A continuación, se presentarán algunos tiempos tomados y cursograma de los procesos en los cuales se invierte más tiempo. Esto permitirá identificar posibles áreas de mejora, ineficiencias o retrasos que puedan afectar tanto la calidad del servicio al cliente como los costos operativos. En este contexto, el próximo paso es presentar datos concretos que revelen cuáles son los procesos más lentos en estas etapas finales.

1.2.1 Recepción De Materia Prima

El problema identificado se relaciona con la recepción de la materia prima, específicamente la carne, que se guarda en un congelador ubicado debajo del exhibidor. Este arreglo físico requiere que el personal encargado de acomodar la carne o sacarla en el momento necesario deba agacharse y buscarla dentro del congelador. Esta situación presenta un problema ergonómico debido a la incomodidad y la ineficiencia que implica para el personal. La necesidad constante de agacharse y buscar la carne puede causar molestias físicas, retrasos en el servicio y aumentar el riesgo de accidentes o lesiones. Es evidente que se requiere una solución para optimizar este proceso y mejorar las condiciones de trabajo en la recepción de la materia prima.

Figura 1. Fotografía Congelador (Recepción de carne)

Fuente: Elaboración Propia

Esto se realiza con el fin de evaluar la situación actual del proceso, y visualizar mejoras en este, ya que se presenta la acumulación de clientes que requieren este producto, y al realizar este proceso por parte de los trabajadores, se exponen constantemente a accidentes por la falta de maquinaria adecuada.

A continuación, se presentarán los tiempos registrados en los diferentes procesos en la recepción de materia prima, lo que nos permitirá obtener una visión detallada de la eficiencia en cada etapa.

Tabla 1. Tiempos min (Recepción de Carne Diario)

TIEMPO (minutos) RECEPCION DE CARNE					
PROCESO	Toma de Tiempo				
	1	2	3	4	5
Lavado de maquinas y Utencilios	21,0	20,2	22,0	20,5	21,0
Organización de la carne	15,4	13,8	14,4	11,8	15,7
Pesa el producto	11,4	12,6	10,1	13,1	10,7
Se verifica su cantidad y calidad	6,9	7,2	6,8	7,0	6,3
Almacenamiento de las carnes (Refrigeradores y congelador)	15,9	14,3	14,9	12,3	16,2

Fuente: Elaboración Propia

Nos encontramos en el proceso de recepción de materia prima. Cabe destacar que estos 5 tiempos corresponden a cinco días de operación, ya que la recepción de materia prima se lleva a cabo una vez al día al comienzo de la jornada. El análisis de tiempo en esta etapa inicial es fundamental para

comprender cómo se gestiona la llegada de la materia prima y para establecer una base sólida que permitirá un funcionamiento más eficiente y controlado a lo largo de la semana laboral.

Se llevará a cabo un análisis integral de los tiempos registrados, que incluirá el cálculo de los tiempos promedio, la creación de gráficas de control y la evaluación de los tiempos observados y suplementarios en cada uno de los procesos de la carnicería.

Tabla 2. Tiempos y Graficas de Control (Lavado – Organización y Peso)

Proceso Recepcion de Materia Prima	Tiempo Min		Grafica de Control	Tiempo Min	
	Promedio	Desviacion Estandar		Observado	Suplementario
Lavado de maquinas y Utencilios	20,93	0,68	<p>La Grafica de los tiempos "Lavado de Maquinas" esta controlada</p>	24,70	24,86
Organización de la carne	14,22	1,55	<p>La Grafica de los tiempos de "Organización de la carne" esta controlada</p>	16,92	17,06
Pesa el producto	11,58	1,260	<p>La Grafica de los tiempos de "Pesar el producto" esta controlada</p>	14,13	14,25

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó un análisis detallado de los tres primeros procesos: "Lavado de máquinas y utensilios", "Organización de la carne" y "Pesado del producto". Es importante destacar que en cada uno de estos procesos se llevaron a cabo gráficas de control que han arrojado resultados positivos. Estas gráficas muestran un control adecuado en los tiempos y la variabilidad de los procesos, lo que indica una consistencia en la ejecución de las tareas.

Tabla 3. Tiempos y Graficas de Control (Verificación – Almacenamiento)

Proceso Recepcion de Materia Prima	Tiempo Min		Grafica de Control	Tiempo Min	
	Promedio	Desviacion Estandar		Observado	Suplementario
Se verifica su cantidad y calidad	6,84	0,34	<p>La Grafica de los tiempos de "Verifica su cantidad y calidad" esta controlada</p>	8,07	8,10
Almacenamiento de las carnes (Refrigeradores y congelador)	14,72	1,55	<p>La Grafica de los tiempos de "Almacenamiento de las carnes (Refrigeradores y congelador)" esta controlada</p>	17,52	17,66

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a los dos últimos procesos, "Verificación de calidad de mercancía" y "Almacenamiento de la misma", es importante destacar que las gráficas de control han demostrado un control adecuado en términos de tiempo y variabilidad. Sin embargo, se ha observado un desafío en el proceso de almacenamiento debido a la longitud del tiempo requerido. Se ha identificado que los operarios necesitan agacharse repetidamente para buscar y transportar la carne a los mostradores, lo que puede ser una tarea físicamente demandante y potencialmente ineficiente.

A continuación, se mostrará el cursograma que incluirá la incorporación de los tiempos suplementarios en conjunto con los tiempos definidos para cada proceso en la carnicería. La inclusión de los tiempos suplementarios permitirá una representación completa y precisa de la duración real de cada actividad en el proceso, lo que es fundamental para la toma de decisiones orientadas a la optimización de la eficiencia y la calidad en la carnicería.

Tabla 4. Cursograma Recepción de Carne

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
PROCESO: RECEPCIÓN DE CARNE		RESUMEN			Act.	Pro.	Econ.		
Fecha: 22/09/2023 EL ESTUDIO INICIA: Este proceso se hace aprox 1:30 hora antes de la primera venta de la mañana. Metodo: Actual <u>X</u> Propuesto: _____ Producto: Se recibe mercancía Carne de Res Cerdo- Pollo, Este proceso se hace una vez Diario, Pero para surtir el exhibidor varia dependiendo de la venta		SÍMBOLO	ACTIVIDAD						
		●	Operación		3				
		→	Transporte		2				
		■	Inspeccion		1				
		◐	Espera		0				
		▼	Almacenaje		1				
		Total actividades realizadas			7				
Distancia total en metros			1,4						
Tiempo min/hombre									
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SIMBOLOS PROCESOS				
					●	→	■	◐	▼
1	Lavado de maquinas y Utencilios	1		24,86	●				
2	Traslado carne de congelador dia anterior al mostrador	1	0,7	17,06		→			
3	Organización de la carne	1		14,25					
4	Llegada de mercancía (Se recibe al proveedor)	1	0,7	8,10					
5	Pesa el producto	1							
6	Se verifica su cantidad y calidad	1							
7	Almacenamiento de las carnes (Refrigeradores y congelador)	1		17,66					
<i>Tiempo minutos:</i>		<u>m</u>	1,4	81,93	<u>Min</u>				

Fuente: Elaboración Propia

Dentro del cursograma que se presentará a continuación, se destacarán dos oportunidades clave para la mejora de procesos. Estas oportunidades se han identificado previamente y se resaltarán en el gráfico para enfocar la atención en áreas específicas que requieren atención y optimización.

En el proceso de recepción de materia prima, se ha implementado una matriz de riesgo para evaluar de manera integral los riesgos específicos presentes en el área. A través de esta herramienta, se han identificado varios riesgos críticos en particular: Mecánico, Movimiento Repetitivo, Virus-Bacterias- Paracitos.

Tabla 5. Matriz de Riesgo Recepción de Carne

Recepcion de la carne	Traslado de carne del congelador al mostrador		Lavado maquinas y utensilios		Proceso	
Area de recepcion	Area fria		Area total de la carniceria		Zona/Lugar	
Recibimento del producto	Levantamiento		Lavado		Actividades	
Se recibe el producto del dia, se verifica su calidad y se almacena en su respectivo lugar.	ISurtir los mostradores con el producto disponible		Lavar los utensilios que se utilizaran y las maquinas de almacenado y mostrado		Tareas	
Si	Si		Si		Rutinario (Si o No)	
Virus, Bacterias, paracitos	Movimiento repetitivo y Esfuerzo	Virus, Bacterias, paracitos	Movimiento repetitivo	Mecánico	Descripción	Peligro
Biologico	Biomecanico	Biologico	Biomecanico	Condiciones de Seguridad	Clasificación	
Contaminacion del producto	Fatiga muscular, dolor, lesion	Contaminacion del producto	Fatiga muscular, dolor, lesion	(Incapacidad permanente parcial o invalidez).	Efectos posibles	
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Elementos de aseo en buen estado	Fuente	Controles existentes
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Medio	
Algunos elementos de proteccion personal	Ninguno	Algunos elementos de proteccion personal	Ninguno	Algunos elementos de proteccion personal	Individuo	

Fuente: Elaboración Propia

Esta matriz permite una evaluación sistemática y cuantitativa de los riesgos en el proceso y facilita la identificación de medidas de control necesarias para minimizar los riesgos y garantizar un entorno de trabajo seguro.

La sección de "Evaluación del riesgo" en la matriz es fundamental para calificar y priorizar los riesgos. Incluye factores como el nivel de deficiencia, la exposición, la probabilidad, la consecuencia y la valoración del riesgo. Mediante este proceso, se determina si un riesgo es bajo, moderado o alto, y se interpreta si es aceptable o requiere intervención.

Tabla 6. Evaluación de Riesgo Recepción de Carne

Recepcion de la carne	Traslado de carne del congelador al mostrador		Lavado maquinas y utensilios		Proceso	
6	6	6	6	10	Nivel de deficiencia	Evaluación del riesgo
2	3	3	2	2	Nivel de exposición	
12	18	18	12	20	Nivel de probabilidad (ND x NR)	
Alto	Alto	Alto	Alto	Muy Alto	Interpretación del nivel de probabilidad	
25	25	25	25	100	Nivel de consecuencia	
300	450	450	300	2000	Nivel de riesgo (NR) e intervención	
II	II	II	II	I	Interpretación del NR	
No Aceptable o Aceptable con control específico	No Aceptable o Aceptable con control	No Aceptable o Aceptable con control específico	No Aceptable o Aceptable con control	No Aceptable	Aceptabilidad del riesgo	Valoración del riesgo

Fuente: Elaboración Propia

La evaluación de la aceptabilidad del riesgo revela que en varias instancias se ha determinado como "No Aceptable". Esto indica la presencia de niveles de riesgo que superan los límites aceptables para la seguridad y la salud en el proceso evaluado. (Icontec Internacional, 2012, 12 de Junio).

1.2.2. Servicio Corte Hueso

En la sección dedicada al servicio de "corte de hueso", se presentarán y analizarán los diferentes productos cárnicos a los que se aplica este proceso, con un enfoque específico en los tipos de carne, como res, cerdo y pollo.

Figura 2. Productos Disponibles para el Servicio Corte



Fuente: Elaboración Propia

Equipos

A continuación, se presentarán todos los elementos necesarios para el corte de carne de hueso.



Mesa corte - Machete

La siguiente tabla enseña los tiempos tomados de cada actividad del proceso.

Nota: La actividad resaltada en la anterior tabla, es aquella que requiere mayor inversión de tiempo.

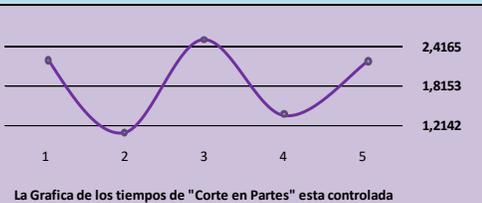
Tabla 7. Tiempos min (Venta 1 libra Costilla).

TIEMPO (minutos) SERVICIO CORTE HUESO					
PROCESO	Toma de Tiempo				
	1	2	3	4	5
El cliente escoge el producto	1,5	1,0	1,4	1,0	1,5
Corte Solicitado	1,8	1,4	1,6	1,5	1,7
Pesar el producto	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Corte en Partes	2,2	1,0	2,5	1,4	2,0
Lavado	1,0	1,5	1,0	1,3	1,2
Empacar el producto	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cobro del producto	1,2	1,7	1,1	1,5	1,3
Venta Caja	1,4	1,3	1,6	1,2	1,4

Fuente: Elaboración Propia

Los datos que hemos recopilado corresponden específicamente a las horas de la mañana en un día viernes, desde las 9:00 a.m. hasta la 1:00 p.m. Este intervalo de tiempo en un día viernes nos proporciona información valiosa sobre el comportamiento y las tendencias que se manifiestan durante la primera mitad del día laborable. Estas horas matutinas de un viernes son particularmente relevantes para nuestras investigaciones, ya que capturan una parte significativa de la actividad y las interacciones que ocurren en este día específico de la semana.

Tabla 8. Tiempos y Gráficas de Control (Solicitud –Corte – Peso y Corte en Partes)

Proceso Corte Hueso	Tiempo Min		Gráfica de Control	Tiempo Min	
	Promedio	Desviación Estandar		Observado	Suplementario
El cliente escoge el producto	1,28	0,24	 <p>La Gráfica de los tiempos "El Cliente escoge el producto" esta controlada</p>	1,51	1,52
Corte Solicitado	1,59	0,14	 <p>La Gráficas de los tiempos de "Corte Solicitado" esta controlada</p>	1,86	1,87
Pesar el producto	0,11	0,01	 <p>La Gráfica de los tiempos de "Pesar" esta controlada</p>	0,13	0,14
Corte en Partes		0,601	 <p>La Gráfica de los tiempos de "Corte en Partes" esta controlada</p>	2,21	2,23

Fuente: Elaboración Propia

Se han registrado los tiempos para el proceso de corte en la carnicería, y es importante destacar que las gráficas de control para las cuatro primeras actividades se encuentran bajo control. Sin embargo, se ha observado que los tiempos en las actividades de "Corte Solicitado" y "Corte en Partes" son tardíos debido a que se realizan de manera manual. Esta situación cobra relevancia dado que más del 20% de las ventas se derivan de estos procesos. La naturaleza manual de estas actividades puede resultar en demoras y puede afectar la eficiencia, especialmente cuando se enfrenta un alto volumen de ventas.

Tabla 9. Tiempos y Graficas de Control (Lavado – Empaque - Cobro y Venta)

Proceso Corte Hueso	Tiempo Min		Grafica de Control	Tiempo Min	
	Promedio	Desviacion Estandar		Observado	Suplementario
Lavado	1,20	0,22		1,41	1,42
Empacar el producto	0,07	0,01		0,09	0,09
Cobro del producto	1,37	0,243		1,67	1,67
Venta Caja	1,41	0,22		1,66	1,66

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a los procesos de "Lavado", "Empacar el producto", "Cobro del producto", es importante destacar que los tiempos son normales y las gráficas son controlables. Además, durante la revisión, no se identificó una oportunidad de mejora evidente en estos procesos. Esto indica que estas etapas de la carnicería se están ejecutando eficazmente, y se encuentran dentro de los estándares esperados.

En el proceso de "Venta Caja" se ha identificado que su enfoque manual podría presentar oportunidades para una mayor eficiencia y precisión. La presencia de procesos manuales en el punto de venta puede aumentar la posibilidad de desajustes y errores en el manejo de transacciones.

A continuación, se muestra el cursograma “Cortar carne con hueso” y los tiempos tomados en cada una de las actividades que se realizan en este.

Tabla 10. Cursograma Corte Hueso

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
PROCESO: CORTE DE HUESO		RESUMEN			Act.	Pro.	Econ.		
Fecha: 22/09/2023		SÍMBOLO	ACTIVIDAD						
EL ESTUDIO INICIA: En horas de la mañana TIPO		●	Operación		7				
1:00 pm con un pedido que involucra la cortadora de hueso		➔	Transporte		4				
Metodo: Actual <u>X</u> Propuesto: _____		■	Inspeccion		1				
Producto: 1 libra de Costilla		●	Espera		0				
		▼	Almacenaje		0				
		Total actividades realizadas			12				
		Distancia total en metros			30,26				
		Tiempo min/hombre							
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SIMBOLOS PROCESOS				
					●	➔	■	●	▼
1	El cliente escoge el producto	1		1,52					
2	Selección del producto	1		1,87					
3	Corta el producto con la cantidad solicitada	1	2,08						
4	Llevar el producto a pesar	1	5,06	0,14					
5	Pesar Producto	1							
6	Cortar en pequeños cuadros	1	5,06	2,23					
7	Traslado al lavado	1	4,75	1,42					
8	Lavado	1							
9	Selección de Bolsa	1	2,08	0,09					
10	Empacar el producto	1	2,08						
11	Cobro del producto	1	4,09	1,67					
12	Venta	1	5,06	1,66					
Tiempo minutos:		m	30,26	10,59	Min				

Fuente: Elaboración Propia

En el proceso de corte, presentamos un cursograma que detalla de manera precisa las distintas etapas involucradas en este proceso crítico. Este cursograma consta de un total de 8 operaciones, cada una desempeñando un papel fundamental en la transformación de la materia prima en productos finales de alta calidad. Además de estas operaciones, hemos identificado una espera esencial en el proceso, que es la etapa de "cortar el hueso". Esta espera es necesaria para asegurar que el corte se realice de manera adecuada y segura.

En el proceso de corte de hueso, se ha implementado una matriz de riesgo para evaluar de manera integral los riesgos específicos presentes en el área. A través de esta herramienta, se han identificado varios riesgos críticos en particular: Mecánico, Locativo y Virus-Bacterias-Paracitos

Tabla 11. Matriz de Riesgo Corte Hueso

Corte con hueso			Proceso	
Area corte			Zona/Lugar	
Cortar			Actividades	
Cortar carnes que tengan hueso			Tareas	
Si			Rutinario (Si o No)	
Virus, Bacterias, paracitos	Locativo	Mecánico	Descripción	Peligro
Biologico	Condiciones de Seguridad		Clasificación	
Contaminacion del producto, enfermedades en los tabajadores	superficies de trabajo (irregularidades, deslizantes, con diferencia del nivel) condiciones de orden y aseo, caídas de objeto	(Incapacidad permanente parcial o invalidez).	Efectos posibles	
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Fuente	Controles existentes
Mantenimiento preventivo	Mantener las areas despejadas, limpias y en orden	Ninguno	Medio	
Algunos elementos de proteccion personal	Algunos elementos de proteccion personal	Algunos elementos de proteccion personal	Individuo	

Fuente: Elaboración Propia

La matriz de riesgo ha permitido identificar importantes preocupaciones en el proceso de "corte de hueso". Se han destacado riesgos biológicos, como la posibilidad de enfermedades en los trabajadores y la contaminación del producto. Además, se han detectado riesgos de lesiones, como caídas de objetos y superficies de trabajo irregulares.

En el área de "corte de hueso", la evaluación de riesgo se centrará en la identificación y clasificación de peligros potenciales que afectan tanto la seguridad de los trabajadores como la calidad del producto cárnico. Esta evaluación incluirá una descripción detallada de los riesgos biológicos, como la exposición a patógenos y la contaminación del producto.

Tabla 12. Evaluación de Riesgo Corte Hueso

Corte con hueso			Proceso	
6	6	10	Nivel de deficiencia	Evaluación del riesgo
3	3	3	Nivel de exposición	
18	18	30	Nivel de probabilidad (ND x NR)	
Alto	Alto	Muy Alto	Interpretación del nivel de probabilidad	
25	60	100	Nivel de consecuencia	
450	1080	3000	Nivel de riesgo (NR) e intervención	
II	I	I	Interpretación del NR	
No Aceptable o Aceptable con control específico	No Aceptable	No Aceptable	Aceptabilidad del riesgo	Valoración del riesgo

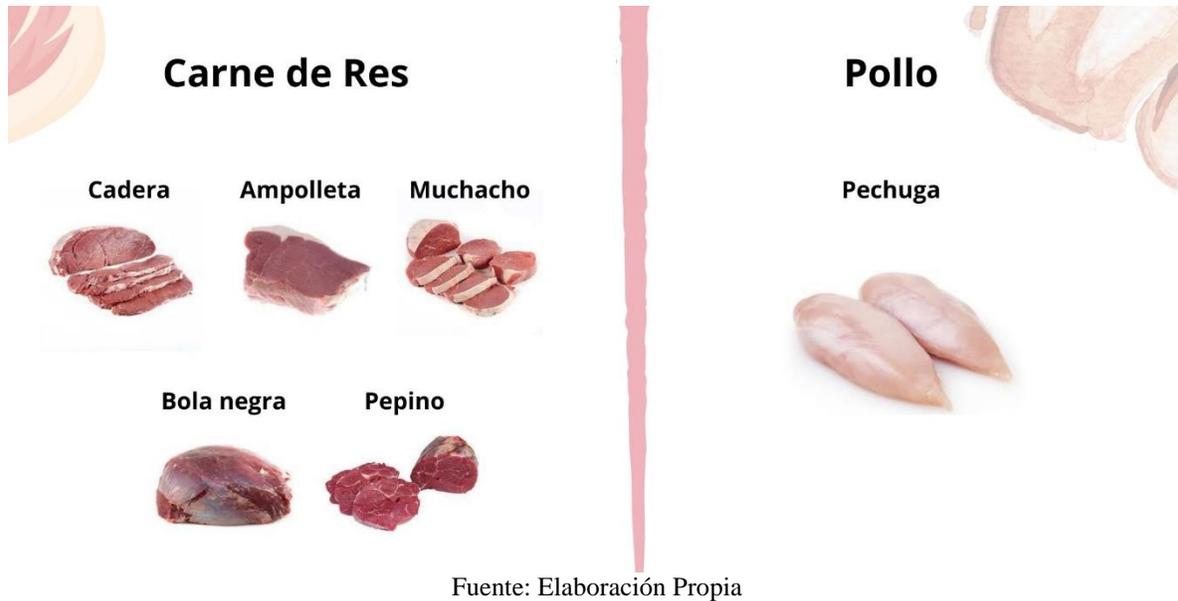
Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la evaluación indican que, en algunas instancias, se ha determinado que el riesgo en el área de "corte de hueso" es "No Aceptable". Esto señala la existencia de situaciones de riesgo que superan los límites aceptables en términos de seguridad y salud. Además, se ha evaluado que, en otros casos, el riesgo puede considerarse "No Aceptable o Aceptable con control específico". (Icontec Internacional, 2012, 12 de Junio).

1.2.3 Servicio Molida

Para el servicio de "molida de carne", se analizarán y describirán los diferentes aspectos relacionados con este proceso. Se presentarán los diversos productos y tipos de carne a los que se aplica este servicio.

Figura 3. Productos Disponibles para el Servicio Molida



Recursos

A continuación, se presentarán todos los elementos y áreas de trabajo necesarios para la molida.



Moledora



Espacio de Corte



Lavado

La siguiente tabla enseña los tiempos tomados para el pedido de molida.

Nota: Las actividades resaltadas en la anterior tabla, son las que requiere mayor inversión de tiempo.

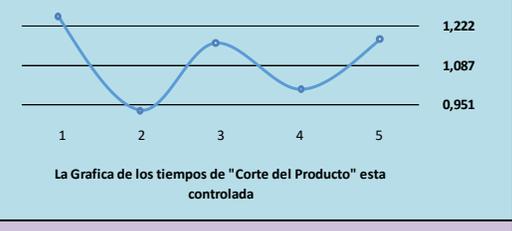
Tabla 13. Tiempos min (Venta 1 libra Pepino).

TIEMPO (minutos) SERVICIO MOLEDORA					
<i>Toma de Tiempo</i>					
PROCESO	1	2	3	4	5
El cliente escoge el producto	1,1	0,9	1,2	1,0	1,1
Corta del producto	1,3	0,9	1,1	1,0	1,2
Pesar el producto	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1
Corta en pequeños cuadros	1,5	1,2	1,4	1,3	1,4
Lavado	1,0	0,7	0,9	0,8	1,0
Moler	1,2	1,4	1,1	1,3	1,2
Empacar el producto	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cobro del producto	1,4	1,1	1,3	1,0	1,3
Ventas Caja	1,3	1,0	1,4	1,3	1,5

Fuente: Elaboración Propia

Los datos recopilados se centran en el proceso de moledora y abarcan las horas de la mañana, desde las 9:00 a.m. hasta la 1:00 p.m., en un día viernes. Este intervalo de tiempo específico durante un viernes nos brinda una visión detallada de las operaciones y eventos que tienen lugar en la moledora, Se hizo el estudio para 5 personas que hicieron su pedido en el transcurso de esa hora.

Tabla 14. Tiempos y Graficas de Control (Cliente escoge - Corte del Producto y Pesar)

Proceso Molida	Tiempo Min		Grafica de Control	Tiempo Min	
	Promedio	Desviacion Estandar		Observado	Suplementario
El cliente escoje el producto	1,04	0,12		1,22	1,23
Corta del producto	1,09	0,14		1,29	1,30
Pesar el producto	0,16	0,055		0,20	0,20

Fuente: Elaboración Propia

Los primeros pasos en el proceso de molida de carne en la carnicería, incluyendo la implementación de métodos y tiempos, comienzan con la interacción del cliente. En primer lugar, el cliente selecciona el producto deseado, lo que puede implicar la elección de un corte específico de carne. En este punto, se inicia el registro del tiempo observado, que implica medir cuánto tiempo se tarda desde que el cliente elige el corte hasta que se procede a pesarlo.

La medición del tiempo en esta etapa es crucial para determinar la eficiencia de la atención al cliente y para registrar datos precisos que se utilizarán en las gráficas de control. Además, la fase de pesado del producto también se somete a un análisis de tiempo para evaluar la rapidez y la precisión con la que se realiza esta tarea. La combinación de estos datos permite una mejor gestión de la producción y la calidad del servicio en la carnicería.

Tabla 15. Tiempos y Graficas de Control (Corte en pequeños cuadros – Lavado y Moler)

Proceso Molida	Tiempo Min		Grafica de Control	Tiempo Min	
	Promedio	Desviacion Estandar		Observado	Suplementario
Corta en pequeños cuadros	1,35	0,11	<p>La Grafica de los tiempos de "Corte en Pequeños Cuadros" esta controlada</p>	1,59	1,60
Lavado	0,88	0,11	<p>La Grafica de los tiempos de "Lavado" esta controlada</p>	1,05	1,06
Moler	1,23	0,124	<p>La Grafica de los tiempos de "Moler" esta controlada</p>	1,50	1,50

Fuente: Elaboración Propia

Continuando con el proceso de molida de carne en la carnicería, una vez que el cliente ha seleccionado el producto y se ha pesado, se procede a la etapa de corte en pequeños cuadros. Durante esta fase, el equipo de la carnicería corta la carne en trozos más pequeños, siguiendo los estándares de calidad y las especificaciones del cliente. En este punto, se registra el tiempo observado, que refleja el tiempo necesario para completar el corte.

Después del corte, la carne puede pasar por una fase de lavado, que implica la limpieza de la carne para eliminar impurezas, huesos o cualquier otro material no deseado. El tiempo observado para esta operación también se mide con precisión.

Finalmente, llegamos a la etapa de molida, donde la carne se procesa a través de un molino. Durante este proceso, se mide el tiempo observado para evaluar la eficiencia de la molida y la producción de carne molida. Esta fase es crucial para garantizar la calidad y consistencia del producto final.

Tabla 16. Tiempos y Graficas de Control (Empaque– Cobro y Venta)

Proceso Molida	Tiempo Min		Grafica de Control	Tiempo Min	
	Promedio	Desviacion Estandar		Observado	Suplementario
Empacar el producto	0,11	0,02	<p>La Grafica de los tiempos de "Empaque" esta controlada</p>	0,12	0,12
Cobro del producto	1,22	0,17	<p>La Graficas de los tiempos de "Cobro" esta controlada</p>	1,43	1,44
Ventas Caja	1,27	0,169	<p>La Grafica de los tiempos de "Venta Caja" esta controlada</p>	1,45	1,46

Fuente: Elaboración Propia

En la etapa final del proceso de molida, se llevan a cabo las siguientes actividades:

Empacar: Una vez que la carne ha sido molida, se procede a empacarla en bolsas. Durante este proceso, se mide el tiempo observado para determinar cuánto tiempo se requiere para empacar una cantidad específica de carne.

Cobro: La medición del tiempo en esta fase es importante para evaluar la eficiencia en el servicio al cliente y para garantizar que las transacciones se completen de manera oportuna y precisa.

Venta: La venta finaliza el proceso de molida de carne en la carnicería, donde se entrega al cliente el producto empacado y se genera en la venta.

A continuación, se muestra el cursograma “Moler carne” y los tiempos hallados en los tiempos suplementarios.

Tabla 17. Cursograma Proceso Molida

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
PROCESO: MOLEDORA		RESUMEN								
Fecha: 22/09/2023		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
EL ESTUDIO INICIA: En horas de la mañana TIPO		●	Operación	9						
11:30 am con un pedido que involucra la maquina		→	Transporte	3						
moledora de carne		■	Inspeccion	1						
Metodo: Actual <u>X</u> Propuesto: _____		●	Espera	0						
Producto: 1 libra de Pepino		▼	Almacenaje	0						
Total actividades realizadas				13						
Distancia total en metros				1,9						
Tiempo min/hombre										
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Min	SIMBOLOS PROCESOS					
					●	→	■	●	▼	
1	El cliente escoge el producto	1		1,23						
2	Selección del producto	1		1,30						
3	Corta el producto con la cantidad solicitada	1	2,44							
4	Llevar el producto a pesar	1	4,63							
5	Pesar Producto	1		0,20						
6	Cortar en pequeños cuadros	1	4,63	1,60						
7	Traslado al lavado	1		1,06						
8	Lavado	1	3,61							
9	Moler	1	1,77	1,50						
10	Selección de Bolsa	1	3,2							
11	Empacar el producto	1	3,2	0,12						
12	Cobro del producto	1	3,7	1,44						
13	Venta	1	2,53	1,46						
Tiempo minutos:		m	29,71	9,918	Min					

Fuente: Elaboración Propia

En el cursograma se ha destacado un proceso de demora que consiste en "Corte en pequeños cuadros". Esta demora específica indica la necesidad de realizar el corte de carne en trozos más pequeños como parte del proceso de preparación antes de continuar con las operaciones de molida. Esta etapa de corte se ha identificado como crítica en el cursograma para enfatizar su relevancia en el flujo de trabajo general del proceso de molida. Esta representación visual clara y organizada del proceso, con la demora identificada, facilita una comprensión más profunda y una gestión más efectiva del proceso de molida de carne.

En el proceso de molida, se ha implementado una matriz de riesgo para evaluar de manera integral los riesgos específicos presentes en el área. A través de esta herramienta, se han identificado dos riesgos críticos en particular: Locativo y Mecánico.

Tabla 18. Matriz de Riesgo Molida

Moler		Proceso	
Area de molienda		Zona/Lugar	
Moler		Actividades	
Moler la carne que requiera el cliente		Tareas	
Si		Rutinario (Si o No)	
Locativo	Mecánico	Descripción	Peligro
Condiciones de Seguridad		Clasificación	
Superficies de trabajo (irregularidades, deslizantes, con diferencia del nivel) condiciones de orden y aseo, caídas de objeto	(Incapacidad permanente parcial o invalidez).	Efectos posibles	
Ninguno	Mantener maquinas en buen estado	Fuente	Controles existentes
Mantener las areas despejadas, limpias y en orden	Ninguno	Medio	
Algunos elementos de proteccion personal	Algunos elementos de proteccion personal	Individuo	

Fuente: Elaboración Propia

Se han identificado riesgos en dos categorías: riesgos mecánicos, que pueden resultar en lesiones graves, y riesgos locativos, relacionados con superficies de trabajo irregulares, deslizantes y condiciones de orden y aseo deficientes que pueden dar lugar a caídas de objetos. Estos riesgos son críticos tanto para la seguridad de los trabajadores como para la calidad del producto cárnico.

El área de "molida", la evaluación de riesgo se centrará en la identificación y clasificación de peligros potenciales que afectan tanto la seguridad de los trabajadores como la calidad del producto cárnico. Esta evaluación incluirá una descripción detallada de los riesgos biológicos, como la exposición a patógenos y la contaminación del producto.

Tabla 19. Evaluación de Riesgo Molida

Moler		Proceso	
6	10	Nivel de deficiencia	Evaluación del riesgo
3	3	Nivel de exposición	
18	30	Nivel de probabilidad (ND x NR)	
Alto	Muy Alto	Interpretación del nivel de probabilidad	
60	100	Nivel de consecuencia	
1080	3000	Nivel de riesgo (NR) e intervención	
		Interpretación del NR	
No Aceptable	No Aceptable	Aceptabilidad del riesgo	Valoración del riesgo

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la evaluación indican que el riesgo en el área de molida de carne se ha calificado como "No Aceptable". Esto señala la presencia de riesgos significativos que superan los límites aceptables en términos de seguridad y salud, lo que requiere una atención inmediata y medidas de control efectivas para garantizar un entorno de trabajo seguro y cumplir con los estándares de calidad en la producción de carne molida. (Icontec Internacional, 2012, 12 de Junio).

1.2.4. Facturación

El proceso actual de calcular y proporcionar el precio de los pedidos se realiza de manera manual utilizando una calculadora. Cuando los clientes realizan un pedido, el personal encargado debe tomar los detalles de los productos solicitados y realizar los cálculos manualmente para determinar el precio total. Este proceso implica ingresar los precios de cada artículo en la calculadora, sumarlos uno por uno y luego proporcionar el precio final al cliente.

Este método manual de cálculo y cotización de precios puede resultar en un retraso significativo. La necesidad de ingresar cada precio individualmente y realizar cálculos paso a paso consume tiempo adicional, lo cual puede llevar a una espera prolongada para el cliente. Además, existe un mayor margen de error al realizar cálculos manuales, lo que puede generar discrepancias en el precio final y requerir correcciones adicionales.

Además del retraso evidente, este proceso también puede afectar la eficiencia general del negocio. El tiempo empleado en realizar cálculos manuales podría haberse utilizado en atender a otros clientes o realizar tareas más productivas. Además, la presencia de errores en los cálculos puede generar insatisfacción en los clientes y afectar la reputación y la confianza en el negocio.

Es evidente que el método actual de cálculo de precios utilizando una calculadora manual presenta limitaciones y constituye un retraso en el proceso de atención al cliente. Por lo tanto, es importante considerar alternativas más eficientes y precisas, como la implementación de sistemas de punto de venta automatizados o software especializado en cálculos de precios, que pueden agilizar el proceso, reducir errores y mejorar la experiencia del cliente.

1.3 Análisis De Cola M/M/S

En los servicios de molida y corte de hueso de una carnicería, la aplicación de la teoría de colas desempeña un papel crucial para asegurar una operación fluida y eficiente, esta permite evaluar la eficiencia de los procesos, identificar oportunidades de mejora y garantizar que los servicios de molida y corte de hueso se ajusten a las necesidades y expectativas de los clientes.

1.3.1 Corte de Carne con Hueso

En la carnicería cuentan con **tres empleados** para realizar esta actividad, se atiende según orden de llegada del cliente. El tiempo de servicio por cliente en promedio es de **10 min**, los demás clientes de la carnicería esperan en la parte de afuera de pie, en promedio **a la hora llegan 35 clientes** que requieren de este producto, se observa y según Don Humberto el propietario, si los clientes esperan más de **12 min** en ser atendidos se disgustan.

A continuación, se evidencia el Paso a Paso:

Núm. Servidores → $s = 3$ Empleados.

Ritmo de Servicio → $\mu = 10$ min/Cliente

$$\mu = 0.1 \text{ Clientes/Minutos}$$

$$\mu = 6 \text{ Clientes/Hora}$$

Tasa de llegada → $\lambda = 35$ Clientes/Hora

Primero se calcula la utilización promedio de los empleados en el sistema se calcula utilizando la siguiente formula:

Ecuación 1. Utilización Promedio del Sistema

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

Entonces:

$$\rho = \frac{35}{3(6)} \quad \rho = 1,9 \text{ } \dot{\text{o}} \text{ } 194 \%$$

Esto quiere decir que el promedio de utilización de los empleados es del 194 %.

Se procede a resolver esta fórmula, en la cual se utiliza el resultado anterior.

Ecuación 2. Probabilidad de que haya Cero Clientes en el Sistema

$$\rho_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \left[\frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left(\frac{1}{1-\rho} \right) \right]}$$

Solución:

$$\rho_0 = \frac{1}{\frac{(5.8)^0}{0!} + \frac{(5.8)^1}{1!} + \frac{(5.8)^2}{2!} + \left[\frac{(5.8)^3}{3!} \left(\frac{1}{-0.9} \right) \right]}$$

$$\rho_0 = 8.02\%$$

Esto quiere decir que la probabilidad de que haya cero clientes en el sistema es del 8.02%.

Ahora se sustituye el valor de ρ_0 en la formula No. 3

Ecuación 3. Numero Promedio de Clientes en la Fila

$$lq = \frac{\rho_0 (\lambda/\mu)^s \rho}{s! (1-\rho)^2}$$

$$lq = \frac{0.0802(5.8)^3 1.9}{3!(1-1.9)^2}$$

$$lq = 6.11$$

Esto quiere decir que 7 son el numero promedio de clientes haciendo fila.

A continuación, se reemplaza lq en la formula No. 2

Ecuación 4. Tiempo Promedio de Espera en la Fila

$$wq = \frac{lq}{\lambda}$$

$$wq = \frac{6.11}{35}$$

$$wq = 0.17$$

$$0.17 \times 60 \text{ min de la hora}$$

$$wq = 10.2 \text{ min}$$

Esto quiere decir que en promedio una persona espera en la fila 10 min.

Por último, se reemplaza el valor de wq en la formula No. 1

Ecuación 5. Tiempo Promedio Transcurrido en el Sistema

$$w = wq + \frac{1}{\mu}$$

$$w = 0.17 + \frac{1}{6}$$

$$w = 1.33 \text{ Horas}$$

$$1.33 \times 60 \text{ min de la hora}$$

$$w = 80 \text{ min}$$

Esto quiere decir que el tiempo promedio que están los clientes en el área de la carnicería son de 1 hora y 20 min.

Con el estudio de colas M/M/S se demuestra que el proceso de cortar carne con hueso actualmente está demorado, los clientes están esperando 10 min en ser atendidos, se demoran más de 1 hora en el área de la carnicería y en este proceso se puede llegar a acumular 7 personas en la fila.

1.3.2 Molida

En la carnicería cuentan con dos empleados para realizar esta actividad, se atiende según orden de llegada. El tiempo de servicio por cliente en promedio es de **10 min**, los demás clientes de la carnicería esperan en la parte de afuera de pie, en promedio a la hora llegan **28 clientes** que requieren de este producto, se observa y según Don Humberto el propietario, si los clientes esperan más de **12 min** en ser atendidos se disgustan.

Se aplicaron las mismas formulas anteriores, dando los siguientes resultados:

Núm. Servidores → $s = 2$ Empleados.

Ritmo de Servicio → $\mu = 6$ Clientes/Hora

Tasa de llegada → $\lambda = 28$ Clientes/Hora

Ecuación 6. Utilización Promedio del Sistema.

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

Entonces:

$$\rho = \frac{28}{2(6)} \quad \rho = 2,33 \text{ ó } 233\%$$

Esto quiere decir que el promedio de utilización de los empleados es del 233%.

Ecuación 7. Probabilidad de que haya Cero Clientes en el Sistema.

$$\rho_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \left[\frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left(\frac{1}{1-\rho} \right) \right]}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{\frac{(4.6)^0}{0!} + \frac{(4.6)^1}{1!} + \left[\frac{(4.6)^2}{2!} \left(\frac{1}{-1.33} \right) \right]}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{1 + 4.6 + [10.58(-0.75)]}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{5.6 - 7.935}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{-2.33} \times -1$$

$$\rho_0 = 0.429$$

$$\rho_0 = 42.91\%$$

Esto quiere decir que la probabilidad de que haya cero clientes en el sistema es del 42.91%

Ecuación 8. Numero Promedio de Clientes en la Fila

$$lq = \frac{\rho_0 (\lambda / \mu)^s \rho}{s! (1 - \rho)^2}$$

$$lq = \frac{0.4291(4.6)^2 2.33}{2! (1 - 2.33)^2}$$

$$lq = \frac{0.2066(21.16)(2.33)}{2(1.76)}$$

$$lq = \frac{59.4887}{3.52}$$

$$lq = 16.90$$

Esto quiere decir que 17 son el numero promedio de clientes haciendo fila

Ecuación 9. Tiempo Promedio de Espera en la Fila

$$wq = \frac{lq}{\lambda}$$

$$wq = \frac{16.90}{28}$$

$$wq = 0.6035$$

$$0.6035 \times 60 \text{ min de la hora}$$

$$wq = 36.21 \text{ min}$$

Esto quiere decir que en promedio una persona espera en la fila 36 min.

Ecuación 10. Tiempo Promedio Transcurrido en el Sistema

$$w = wq + \frac{1}{\mu}$$

$$w = 0.6035 + \frac{1}{6}$$

$$w = 0.77 \text{ Horas}$$

$$0.77 \times 60 \text{ min de la hora}$$

$$w = 46.21 \text{ min}$$

Esto quiere decir que el tiempo promedio que están los clientes en el área de la carnicería son de 46 min.

Con el estudio de colas M/M/S se demuestra que el proceso de molido no se encuentra en una situación crítica, pero se puede mejorar, como se mencionaba, en este proceso actualmente se evidencia problemas en la estandarización, falta de protocolos establecidos para realizar una buena práctica del trabajo. Se debe de tener en cuenta que se evidencia que el cliente se demora en el establecimiento 46 min.

2 Metodología

2.1 Pronostico De Ventas

Las problemáticas de distribución en planta y estandarización de procesos en la carnicería pueden abordarse de manera más efectiva cuando se basan en un pronóstico sólido de ventas. Un pronóstico preciso puede ayudar a dimensionar adecuadamente las áreas de trabajo, asignar el personal de manera eficiente y asegurarse de que los procesos estén diseñados para atender las necesidades de los clientes de manera consistente.

2.1.1 Método de Pronóstico de Promedio Móvil

Se basa en asignar pesos específicos a diferentes periodos de tiempo, otorgando mayor importancia a los datos más recientes. Este enfoque ponderado permite adaptarse de manera más dinámica a cambios recientes en el comportamiento de la serie temporal, proporcionando pronósticos más precisos al considerar la evolución histórica de manera estratégica.

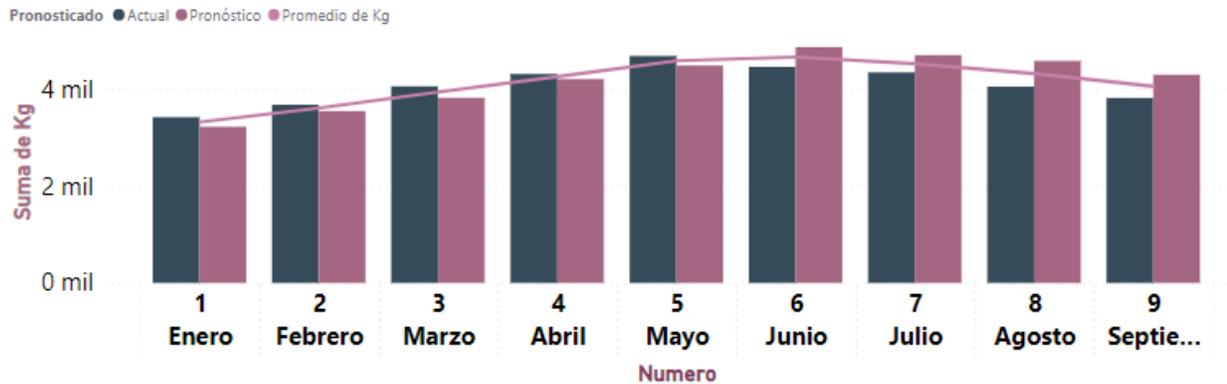
La elección del método de Pronóstico de Promedio Móvil Ponderado se justifica por su idoneidad para modelar y pronosticar la demanda en la carnicería que enfrenta las problemáticas de distribución en planta y estandarización de procesos. Este método se adapta a la naturaleza continua de los datos de ventas en kilogramos (kg) y permite modelar las relaciones entre el tiempo, factores estacionales y otros posibles predictores de la demanda. Su simplicidad y capacidad de interpretación hacen que sea una elección efectiva, especialmente en un entorno donde la claridad y la comunicación son esenciales. Además, la elección de este método se respalda por el ajuste razonable de los datos históricos a modelos lineales, lo que sugiere que es una aproximación adecuada para este contexto específico.

2.1.2 Resultado

El estudio se basa en un conjunto de datos que abarca desde el primer mes de 2023 hasta el cuarto 9 mes de 2024. Estos datos representan un registro exhaustivo de las ventas en kilogramos (kg) de

carne en la carnicería durante ese período. Este rango temporal se ha seleccionado para permitir la realización de pronósticos para los dos últimos bimestres faltantes del año 2024.

Figura 4. Pronostico de Ventas (Kg) Mensual



Fuente: Elaboración Propia

Tendencia de Crecimiento: La tendencia de crecimiento es evidente al comparar los datos actuales y los pronósticos. Por ejemplo, la cantidad de kilogramos en enero de 2022 fue de 2.246, mientras que se pronostica que en diciembre de 2024 será de 4.623. Esto representa un crecimiento significativo a lo largo del periodo analizado.

Estacionalidad: La estacionalidad se observa en los meses de diciembre, donde los valores son consistentemente más altos. Por ejemplo, en diciembre de 2022, la cantidad fue de 3,104, y se pronostica un aumento a 4,623 en diciembre de 2024. Esto sugiere una mayor demanda durante los periodos festivos.

Pronósticos Agresivos: Los pronósticos para los últimos meses de 2023 y 2024 son notoriamente más altos. Por ejemplo, el pronóstico para noviembre de 2024 es de 4.287, un aumento significativo desde el pronóstico de noviembre de 2023 que fue de 4.450.

Errores de pronóstico: Para evaluar el rendimiento del modelo de pronóstico, se utilizó el método de Estimación Error MDA (**Desviación Media Absoluta**). El resultado promedio de esta métrica fue de 249 kg. Esta desviación representa la diferencia promedio entre los valores pronosticados y

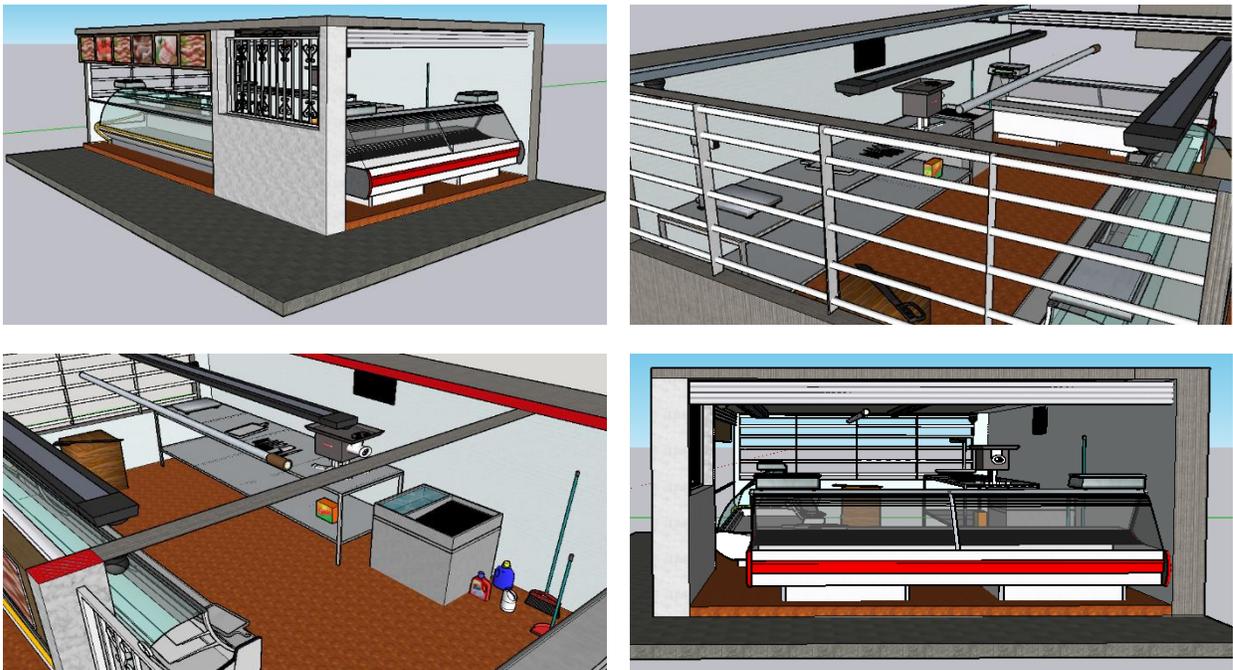
los valores reales de ventas. Es importante destacar que, aunque existe un error de pronóstico, este valor sugiere que el modelo es bastante preciso en la predicción de las ventas de carne.

2.2 Distribución De Planta Actual En La Carnicería Los Gemelos

Dentro de esta distribución exploraremos la situación actual de la carnicería, destacando los desafíos específicos en el proceso de venta de carne. Posteriormente, se presentarán las propuestas de mejora centradas en el corte de hueso, el proceso de molienda, facturación y la recepción de carne, que se materializarán a través de la simulación de nueva maquinaria y un diseño de trabajo más lineal. Además, se proporcionará un adelanto del diseño de la nueva distribución en planta, detallado posteriormente en el trabajo.

Antes de adentrarnos en el análisis detallado de la distribución actual, es imperativo ofrecer una visión conceptual del espacio de la carnicería a través de bocetos que capturan la esencia y el propósito del negocio. Los bocetos presentados a continuación son representaciones iniciales que trascienden las líneas y sombras para revelar la esencia misma de la operación.

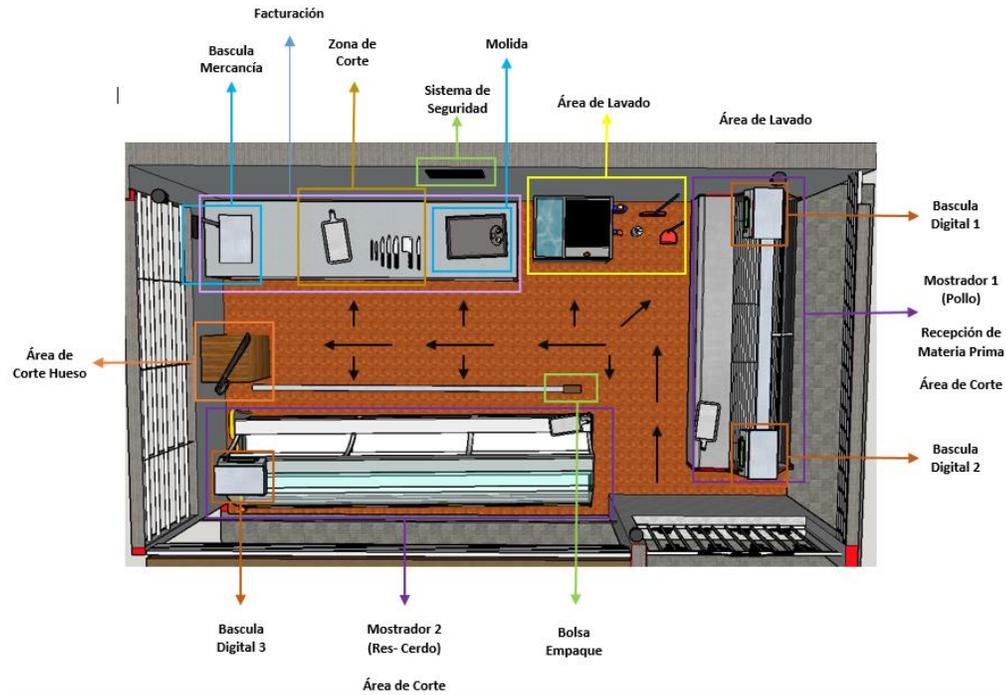
Figura 5. Boceto Carnicería Los “Gemelos”



Fuente: (SketchUp) Elaboración Propia

La representación visual que se presenta a continuación ofrece una perspectiva detallada de la distribución actual en la carnicería. Los colores distintivos han sido empleados para delinear las zonas de corte, la sección de molida y la recepción de carne, proporcionando una instantánea visual de la zonificación actual.

Figura 6. Distribución de Planta Actual



La representación gráfica de la distribución actual de la carnicería ofrece una visión detallada de la disposición física de los espacios y procesos que componen el entorno de trabajo. En la imagen, se puede observar claramente la zonificación específica, con áreas designadas para el corte de carne, la molida y la recepción de productos. El flujo de trabajo se presenta de manera secuencial, desde la entrada de la carne hasta la presentación al cliente, destacando las distintas etapas del proceso.

Como se evidenció en el pronóstico de ventas de los próximos bimestres, anticipamos un aumento significativo en la demanda de los productos. La implementación de nuevas maquinarias está directamente alineada con las estrategias para manejar eficientemente este crecimiento proyectado.

En donde:

- (f) = Frecuencia de viajes entre un punto A y B
- (m) = Distancia en metros entre un punto A y B
- (s) = Tiempo en segundo entre un punto A y B
- (f x m) = Frecuencia por la distancia recorrida en metros
- (f x s) = Frecuencia por el tiempo en segundos

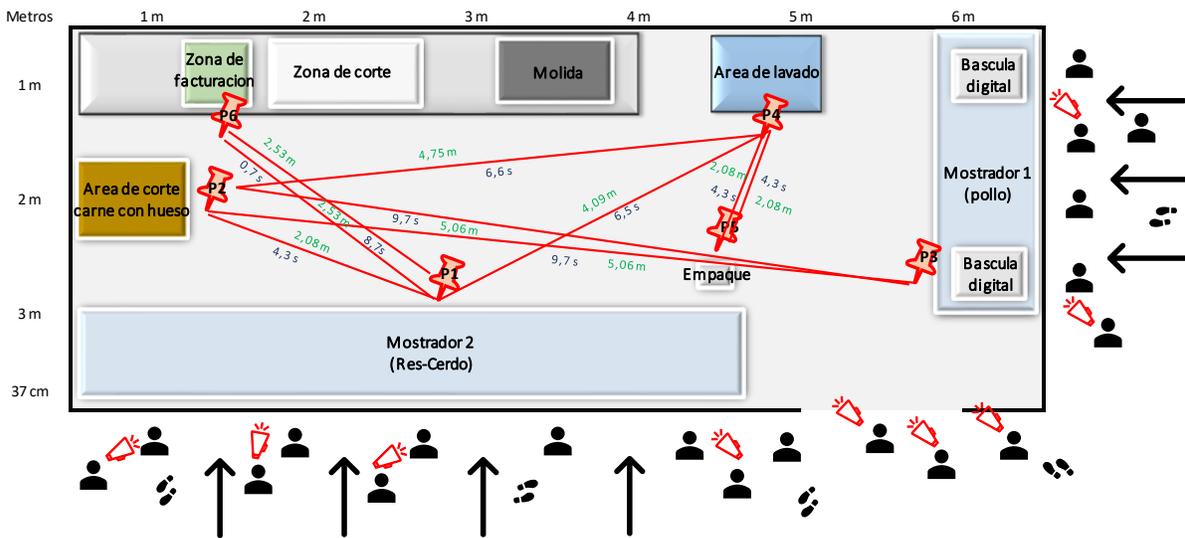
Puntos	Frecuencia (f)	Distancia (m)	Tiempo (s)	(f x m)	(f x s)
Punto 1-2	1	2,44	7,6	2,44	7,6
Punto 2-3	2	4,63	8,7	9,26	17,4
Punto 2-4	1	3,61	6,5	3,61	6,5
Punto 4-5	1	1,77	5,4	1,77	5,4
Punto 5-6	2	3,2	3,3	6,4	6,6
Punto 5-1	1	3,77	7,6	3,77	7,6
Punto 1-7	2	2,53	8,7	5,06	17,4
TOTAL				32,31	68,5

Dando como resultado, que un empleado debe de recorrer 32 metros con 31 centímetros y le toma 68,5 segundos en recorrer los puntos de trabajo del proceso molida. También se observa que la frecuencia en algunos puntos es de 2.

2.3.2 Proceso Corte Hueso

A continuación, se muestra el diagrama de hilos de la distribución actual del proceso corte carne con hueso, dentro de la carnicería los gemelos

Figura 8. Diagrama de Hilos Corte Hueso - Proceso Actual



Fuente: Elaboración Propia

Se realizan las mediciones de frecuencia, tiempo y distancia recorridas desde un punto A y B.

En donde:

- (f) = Frecuencia de viajes entre un punto A y B
- (m) = Distancia en metros entre un punto A y B
- (s) = Tiempo en segundo entre un punto A y B
- (f x m) = Frecuencia por la idstancia recorrida en metros
- (f x s) = Frecuencia por el timepo en segundos

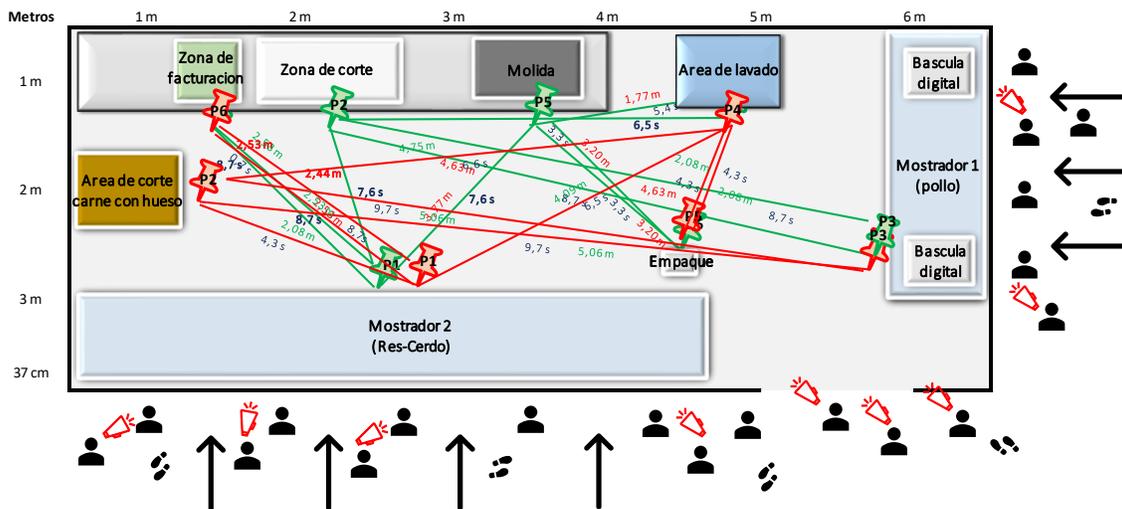
Puntos	Frecuencia (f)	Distancia (m)	Tiempo (s)	(f x m)	(f x s)
Punto 1-2	1	2,08	4,3	2,08	4,3
Punto 2-3	2	5,06	9,7	10,12	19,4
Punto 2-4	1	4,75	6,6	4,75	6,6
Punto 4-5	2	2,08	4,3	4,16	8,6
Punto 4-1	1	4,09	6,5	4,09	6,5
Punto 1-6	2	2,53	8,7	5,06	17,4
TOTAL				30,26	62,8

Dando como resultado, que un empleado debe de recorrer 30 metros con 26 centímetros y le toma 62,8 segundos en recorrer los puntos de trabajo del proceso corte de carne con hueso. También se observa que la frecuencia en algunos puntos es de 2.

2.3.3 Ambos Procesos (Molida - Corte Hueso)

En la siguiente imagen, se observa la realización de los dos procesos simultáneamente en la distribución actual:

Figura 9. Diagrama de Hilos (Molida y Corte Hueso) Proceso Actual



Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que se ve el tráfico, al realizar los procesos en la distribución actual, al recorrer puntos varia veces hace que se crucen los caminos, al tener los implementos y maquinas en la ubicación actual hace que se recorra más distancia. Esto también ayuda a la generación de estrés por tener constantemente una interrupción o un obstáculo para realizar el trabajo, a esto sumado que los clientes llegan a comprar su producto por cualquier lado y no existe orden para esto.

2.4 Nueva Distribución De Planta

En este contexto, se crea una nueva distribución en la carnicería. La propuesta no solo busca transformar físicamente el espacio de trabajo, sino también consolidar una narrativa de innovación y progreso. A través de un análisis exhaustivo y la implementación de cambios estratégicos. Como parte integral de esta investigación, no solo nos limitamos a conceptualizar teóricamente la nueva distribución de nuestra carnicería, sino que también empleamos herramientas visuales y prácticas para ilustrar de manera tangible las mejoras propuestas. A lo largo de este trabajo, presentaré bocetos detallados de la nueva distribución, creados con la ayuda de un programa de simulación especializado.

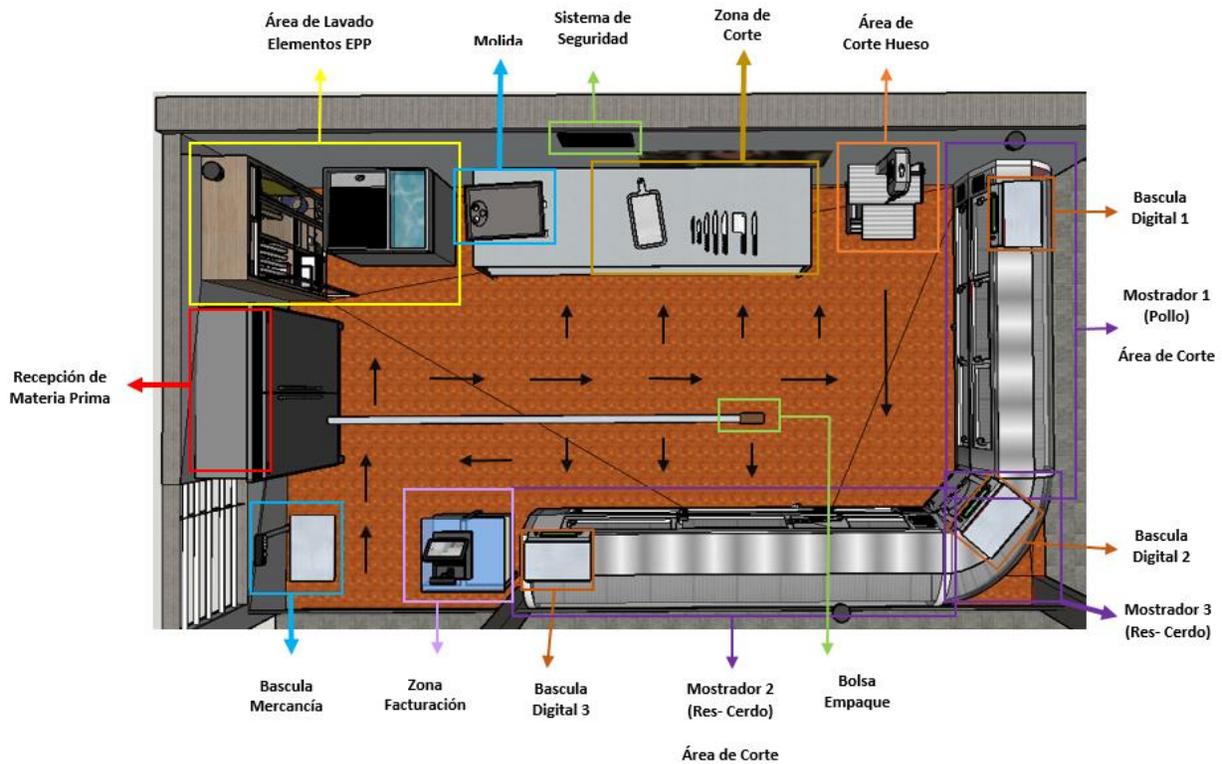
Figura 10. Boceto Carnicería Los “Gemelos”



Fuente: (SketchUp) Elaboración Propia

Se presentará de manera detallada la distribución en planta, donde las nuevas maquinarias y la reorganización estratégica del trabajo convergen en un diseño armonioso. Cada elemento, desde las máquinas de última generación hasta la disposición de las estaciones de trabajo, se exhibirá con precisión en este mapa visual.

Figura 11. Distribución de Planta Mejoras



Fuente: Elaboración Propia

Se detallarán de manera exhaustiva las mejoras implementadas en la distribución de planta de la carnicería:

Transformación en el Proceso de Corte: La introducción de una cortadora de huesos marca un cambio significativo en el flujo de trabajo. Anteriormente, el proceso de corte se realizaba de manera manual con machete y trozo. Ahora, cada corte se ejecuta de manera precisa y estandarizada, contribuyendo a la calidad del producto final y mejorando la eficiencia operativa.

Optimización en el Almacenamiento: La adición de un congelador largo ha redefinido la gestión de productos almacenados. Antes, la carne se guardaba debajo de los mostradores, pero ahora, con un espacio específicamente designado, el flujo de preparación y reposición para la venta se ha vuelto más ágil. Este cambio estratégico optimiza la presentación de productos al cliente y simplifica el proceso de surtido de la despensa.

Organización Eficiente de Insumos: La creación de una zona aislada para productos de aseo, tipo closet, va más allá de la carne misma. Este espacio no solo almacena productos de limpieza, sino que también organiza implementos específicos de la carnicería, como botas y otros accesorios. Esta iniciativa contribuye a la higiene y a la eficiencia en la gestión de los recursos necesarios para la operación diaria.

Segregación Financiera con Sistema de Facturación: La implementación de un sistema de facturación independiente es otro componente crucial en la optimización del flujo. Ahora, un miembro del equipo se dedica exclusivamente al manejo del dinero, asegurando una gestión financiera eficiente y minimizando el contacto de los operadores con efectivo y productos cárnicos. Este enfoque mejora la seguridad financiera y permite que el resto del equipo se concentre plenamente en las operaciones internas.

Prevención de Accidentes con una Distribución Mejorada: Una consideración fundamental en la reorganización del flujo de trabajo ha sido la seguridad del equipo. Con la incorporación de la cortadora de huesos y el congelador largo, se han tomado medidas adicionales para minimizar riesgos y prevenir accidentes. Una de las modificaciones clave ha sido la reorganización estratégica de los expositores, asegurando que los operadores no choquen entre sí y que el flujo de trabajo sea más eficiente y seguro.

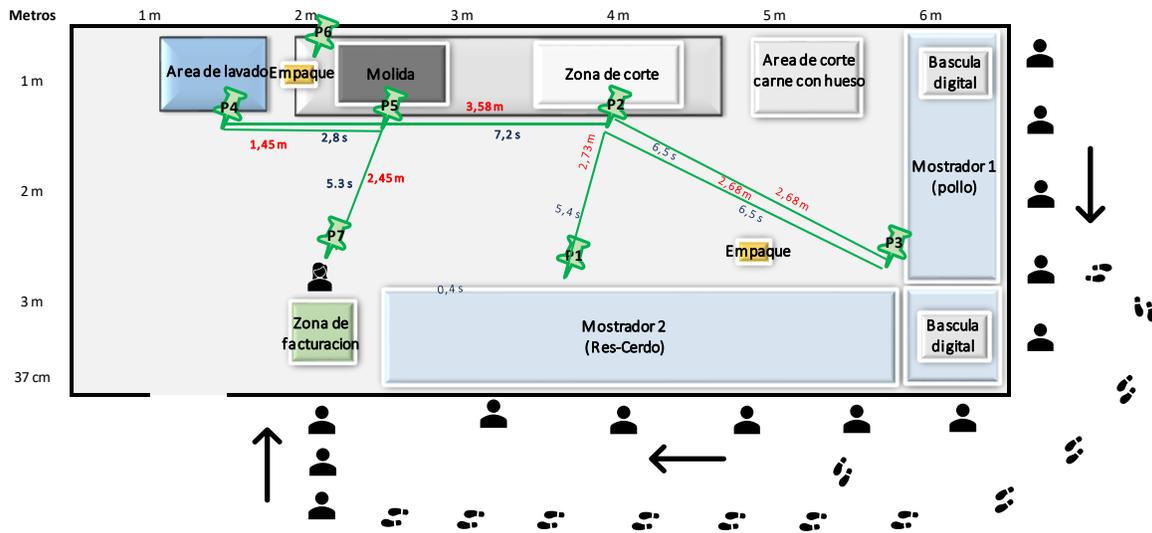
Esta iniciativa no solo mejora la prevención de accidentes, sino que también contribuye a un ambiente laboral más armonioso y organizado. La disposición cuidadosa de los expositores no solo optimiza el espacio, sino que también reduce las posibilidades de colisiones y tropiezos, promoviendo así un entorno de trabajo seguro y productivo.

2.5 Diagrama De Hilos Situación Mejorada

2.5.1 Proceso Molida

El siguiente diagrama de hilos. muestra del proceso molida con la nueva distribución sugerida:

Figura 12. Diagrama de Hilos Molida - Proceso Mejorado



Fuente: Elaboración Propia

Se realizan las nuevas mediciones de frecuencia, tiempo y distancia recorridas desde un punto A y B.

En donde:

- (f) = Frecuencia de viajes entre un punto A y B
- (m) = Distancia en metros entre un punto A y B
- (s) = Tiempo en segundo entre un punto A y B
- (f x m) = Frecuencia por la idstancia recorrida en metros
- (f x s) = Frecuencia por el timepo en segundos

Puntos	Frecuencia (f)	Distancia (m)	Tiempo (s)	(f x m)	(f x s)
Punto 1-2	1	2,73	5,4	2,73	5,4
Punto 2-3	2	2,68	6,5	5,36	13
Punto 2-4	1	3,58	7,2	3,58	7,2
Punto 4-5	1	1,45	2,8	1,45	2,8
Punto 5-6	0	0	0	0	0
Punto 5-1	0	0	0	0	0
Punto 5-7	1	2,45	5,3	2,45	5,3
TOTAL				15,57	33,7
ACTUAL				32,31	68,5
DIF.				16,74	34,8

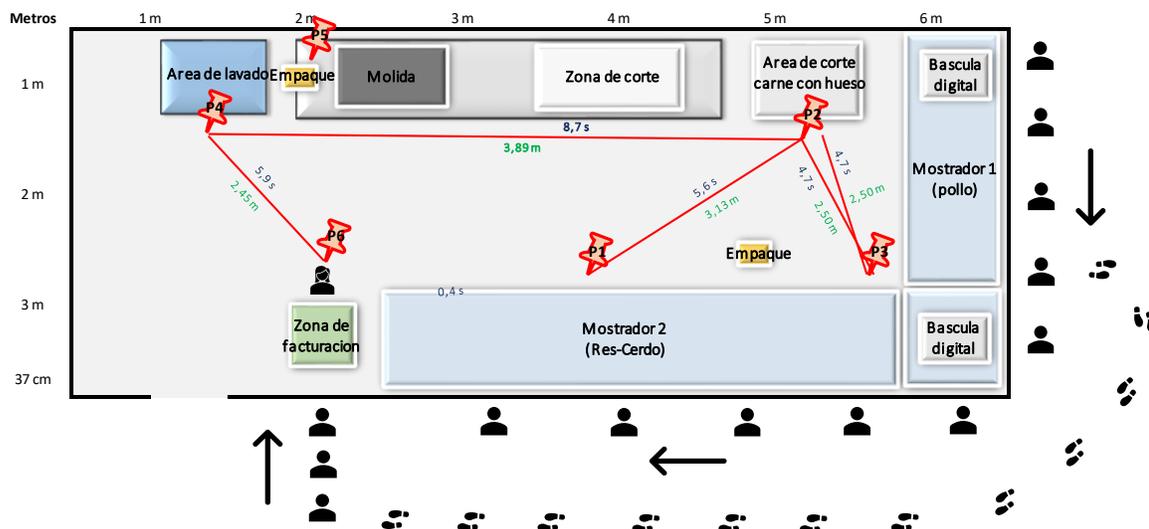
Donde se puede observar que se eliminan dos recorridos, desde el punto 5 al 6 y del punto 5 al 1, dando como resultado, la distancia total recorrida es de 15,57 metros y le tomaría realizar este proceso 33,7 segundos.

Además de eliminar tres recorridos, se puede observar que disminuye el tiempo, que le toma recorrer estos puntos a un empleado en el proceso molida, 34,8 S menos que la distribución actual, en la distancia total recorrida, disminuye 16 metros con 74 cm en el proceso.

2.5.2 Proceso Corte Hueso

El siguiente diagrama de hilos, es del proceso corte de carne con hueso con la nueva distribución sugerida:

Figura 13. Diagrama de Hilos Corte Hueso - Proceso Mejorado



Fuente: Elaboración Propia

Se realizan las nuevas mediciones de frecuencia, tiempo y distancia recorridas desde un punto A y B.

En donde:**(f)** = Frecuencia de viajes entre un punto A y B**(m)** = Distancia en metros entre un punto A y B**(s)** = Tiempo en segundo entre un punto A y B**(f x m)** = Frecuencia por la distancia recorrida en metros**(f x s)** = Frecuencia por el tiempo en segundos

Puntos	Frecuencia (f)	Distancia (m)	Tiempo (s)	(f x m)	(f x s)
Punto 1-2	1	3,13	5,6	3,13	5,6
Punto 2-3	2	2,5	4,7	5	9,4
Punto 2-4	1	3,89	8,7	3,89	8,7
Punto 4-5	0	0	0	0	0
Punto 4-6	1	2,45	5,9	2,45	5,9
Punto 1-6	0	0	0	0	0
TOTAL				14,47	29,6
ACTUAL				30,26	62,8
DIF.				15,79	33,2

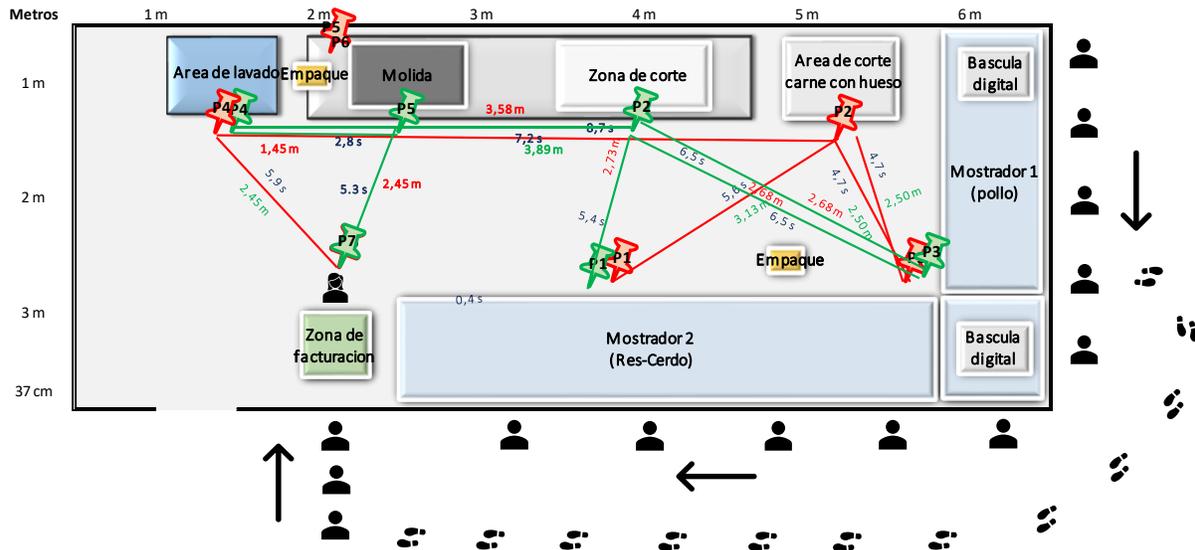
Donde se puede observar que se eliminan 4 recorridos, desde el punto 4 al 5 y del punto 1 al 6, dando como resultado, la distancia total recorrida 14,47 metros y le tomaría realizar este proceso 29,6 segundos.

Además de eliminar tres recorridos, se puede observar que disminuye el tiempo, que le toma recorrer estos puntos a un empleado en el proceso corte de carne con hueso, 33,2 S menos que la distribución actual, en la distancia total recorrida, disminuye 15 metros con 79 cm en el proceso.

2.5.3 Ambos Procesos (Molida - Corte Hueso)

En la siguiente imagen se observa la realización de los dos procesos simultáneamente en la distribución sugerida:

Figura 14. Diagrama de Hilos (Molida y Corte Hueso) Proceso Mejorado



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que se merma el tráfico entre los empleados, se realizan menos recorridos que la anterior distribución, se puede observar un mejor lugar de trabajo, se añade una zona de facturación donde una sola persona se encarga de esto y, esto hace que las personas hagan la fila para poder pagar por el producto.

2.6 Detalles Maquinaria

2.6.1 Cortadora de Hueso Eléctrica

Una cortadora de hueso eléctrica es una herramienta especializada diseñada para realizar cortes precisos en huesos de diferentes tamaños y tipos. Utilizando un motor eléctrico, esta máquina facilita el proceso de corte, ofreciendo eficiencia y consistencia en la preparación de carne y productos cárnicos. Equipada con una hoja afilada y potente, la cortadora de hueso eléctrica es capaz de realizar cortes limpios y uniformes, lo que mejora significativamente la productividad en entornos como carnicerías y procesadoras de alimentos.

Figura 15. Sierra Cortadora D Hueso



Fuente: (Mercado Libre, s.f.)

Marca: Fertton

Precio: \$2.459.900 pesos

Características Principales

Potencia: 750 W

Motor: 5 AMP.

Max Ancho De Corte: 9-7/8" pulgadas.

Max Profundidad De Corte: 9-7/16" pulgadas.

Saw Tamaño de la Banda: 82" (L) x 5/8" (W) pulgada.

Funciones: La cortadora de huesos automatizada revoluciona el proceso de corte, reemplazando los métodos manuales. Esta máquina realiza cortes precisos y estandarizados, mejorando la eficiencia y asegurando la uniformidad en cada producto.

Capacidades: Puede manejar una variedad de cortes óseos, desde simples hasta más complejos, adaptándose a las necesidades específicas de nuestra carnicería.

Ventajas: Aumenta la velocidad de procesamiento, reduce la fatiga del operador y garantiza una mayor seguridad en comparación con los métodos manuales.

2.6.2 Congelador Vertical

Un congelador vertical es un electrodoméstico diseñado para almacenar alimentos congelados de manera organizada y eficiente. A diferencia de los congeladores horizontales, que tienen una apertura superior y cestas internas, los congeladores verticales tienen una apertura frontal similar a la de una puerta de refrigerador. Están configurados con estantes y compartimentos en su interior, lo que facilita la distribución y acceso a los alimentos congelados.

Figura 16. Nevera Vertical 2 Puertas Plus



Fuente: (MakFrio, s.f.)

Precio: Entre \$10,800,000 y \$12,900,000

Dimensiones: 1.30 metros de largo x 0.75 metros de ancho x 2.00 metros de alto

Consumo Eléctrico: Promedio de 4 amperios; 8 amperios durante el arranque

Temperatura: Congelación a -22°C

Puertas: Tipo batiente

Aislamiento: Inyectada en poliuretano de alta densidad (35 Kg/m^3)

Compartimientos: Removibles en la sección de refrigeración

Sistema de Congelación: Por contacto

Funciones: Este congelador largo se integra perfectamente en la distribución en planta, ofreciendo un espacio dedicado y organizado para el almacenamiento de productos congelados. Facilita el acceso rápido y eficiente durante las operaciones diarias.

Capacidades: Ofrece una capacidad significativa para almacenar una variedad de productos, desde cortes de carne hasta productos preenvasados.

Ventajas: Mejora la presentación de productos al cliente, simplifica el proceso de reposición y contribuye a la preservación óptima de los productos congelados.

2.6.3 Zona Específica para Productos de Aseo

Se refiere a un espacio designado y organizado dentro de un establecimiento o área de trabajo destinado exclusivamente para el almacenamiento y acceso de productos de limpieza e higiene. Esta área está cuidadosamente planificada para garantizar que los productos de aseo estén convenientemente ubicados y sean fácilmente accesibles para los empleados.

Figura 17. Closet 2 Puertas Home Multiusos Rta Duna + Color Marrón Claro



Fuente: (Mercado Libre, s.f.)

Marca: RTA Muebles

Precio: \$336.900

Línea: Home

Modelo: CDB 4986

Color: Marrón claro

Características: Tipo de producto: Clóset

Funciones: Esta área designada actúa como un "closet" para almacenar productos de limpieza y organizar implementos de carnicería, contribuyendo a la higiene y eficiencia operativa.

Capacidades: Proporciona espacio suficiente para almacenar productos de limpieza, así como para organizar botas y accesorios específicos de la carnicería.

Ventajas: Facilita la gestión ordenada de insumos, garantizando un ambiente de trabajo limpio y organizado.

2.6.4 Balanza Etiquetadora

La Balanza Etiquetadora emerge como una adición fundamental para potenciar la eficiencia y precisión en nuestra carnicería. Esta avanzada maquinaria no solo agiliza el proceso de pesaje, sino que también automatiza la generación y aplicación de etiquetas.

Figura 18. Balanza Etiquetadora Liquidadora CAS



Fuente: (BBG , s.f.)

Capacidad: 15 / 30 Kg

Costo: \$5,926,200

Sensibilidad: 5 / 10 g

Display: Doble Display Gráfico LCD

Teclado: Tipo Membrana

Bandeja: Acero Inoxidable grado alimenticio 304 (38 cm x 25 cm)

Idioma: Configuración en español

Funciones Principales: La Balanza Etiquetadora está diseñada para ofrecer un pesaje preciso y una gestión eficiente de la información del producto. Su funcionalidad principal incluye la capacidad de pesar carnes y productos relacionados de manera rápida y exacta. Además, cuenta con un sistema integrado de etiquetado que genera automáticamente etiquetas con detalles cruciales como el peso, el precio unitario y la información del producto.

Capacidades Destacadas: Esta maquinaria destaca por su capacidad para manejar diferentes tamaños y tipos de productos, adaptándose a la diversidad de nuestra oferta en la carnicería. Además, su interfaz intuitiva facilita la operación, permitiendo que varios miembros del equipo se beneficien de sus capacidades sin necesidad de una formación extensa.

Ventajas Clave: La implementación de la Balanza Etiquetadora aporta ventajas significativas a nuestro proceso operativo. En primer lugar, reduce el tiempo dedicado al pesaje y etiquetado manual, liberando recursos para otras tareas críticas. Asimismo, la precisión en el pesaje contribuye a la transparencia en las transacciones comerciales, fortaleciendo la confianza del cliente. La generación automática de etiquetas también minimiza posibles errores humanos, garantizando la coherencia en la presentación de precios y detalles del producto.

2.7 Simulación FlexSim % Rendimiento Operativo

En esta simulación se centran en evaluar el impacto de estas implementaciones mediante la simulación en FlexSim, con la meta de proporcionar insights valiosos para la toma de decisiones estratégicas. La metodología de la simulación con FlexSim se presenta como una herramienta flexible y poderosa para modelar y analizar los procesos operativos en diferentes escenarios.

En el marco de la simulación en FlexSim, se realizará un análisis detallado de los procesos operativos en la carnicería, teniendo en cuenta la transición desde un enfoque manual hacia la implementación de nuevas tecnologías, específicamente una máquina de corte y un sistema de operación de facturas. Anteriormente, los procesos se llevaban a cabo de manera manual, y la simulación en FlexSim permitirá modelar y comparar estos dos escenarios, evaluando cómo la introducción de estas tecnologías afecta la eficiencia y la productividad.

2.7.1 Descripción Software FlexSim

FlexSim es un software de simulación 3D utilizado para modelar y analizar sistemas complejos en una variedad de industrias, desde manufactura hasta logística y atención médica. Ofrece una interfaz gráfica intuitiva que permite a los usuarios crear modelos detallados de procesos y sistemas. FlexSim simula el comportamiento de estos modelos, proporcionando información valiosa sobre eficiencia, tiempos de procesamiento, y otros indicadores clave de rendimiento. Es especialmente útil para tomar decisiones informadas en la optimización de procesos y la mejora de la eficiencia operativa. Además, FlexSim es conocido por su capacidad para modelar situaciones del mundo real en entornos tridimensionales, lo que facilita la visualización y comprensión de los resultados de la simulación.

2.7.2 Detalles clave de la simulación en FlexSim

Modelado del Proceso Manual

- Descripción y reproducción virtual de los procesos operativos manuales que estaban en vigor antes de la implementación de las nuevas tecnologías.
- Definición de variables, tiempos de procesamiento, y parámetros relacionados con el método manual, ya presentados en el planteamiento del problema

Implementación de la Máquina de Corte

- Integración de la máquina de corte en el modelo de simulación.
- Ajuste de los flujos de trabajo para reflejar la introducción de esta nueva tecnología.

Integración del Sistema de Operación de Facturas

- Incorporación del sistema de operación de facturas en el modelo.
- Consideración de cómo este sistema afecta los procesos administrativos y la eficiencia general.
- Configuración de parámetros relacionados con la facturación automática.

Simulación de Escenarios

- Ejecución de la simulación para el escenario anterior (manual) y los nuevos escenarios (con la máquina de corte y el sistema de operación de facturas).
- Recopilación de datos y resultados de cada simulación.

Análisis Comparativo

- Comparación detallada de los resultados entre el escenario manual y los escenarios mejorados.

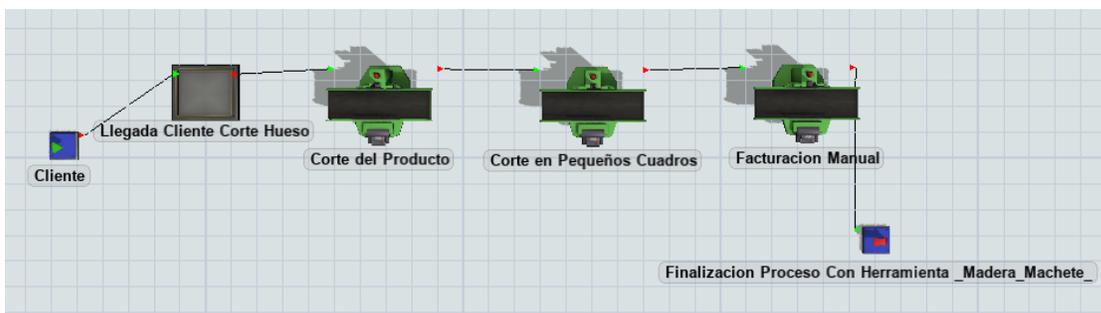
La simulación en FlexSim proporcionará una visión integral de cómo la introducción de la máquina de corte y el sistema de operación de facturas impacta los procesos operativos en comparación con la metodología manual anterior. Este enfoque permitirá una toma de decisiones informada sobre la implementación de estas tecnologías en la carnicería.

2.7.3 Escenarios Base Situación Actual

2.7.3.1 Proceso Corte de Hueso

En la primera fase de la simulación, se detallará minuciosamente el proceso operativo manual que previamente estaba en vigencia en la carnicería. Este escenario inicial servirá como referencia fundamental para comprender los parámetros clave, los tiempos de procesamiento y la eficiencia general antes de la implementación de las nuevas tecnologías.

Figura 19. Escenario 1 Situación Actual (FlexSim)



Fuente: Elaboración Propia

En el contexto de la simulación en FlexSim, es relevante destacar que el periodo de análisis abarcará una hora específica, iniciando a las 3 pm y concluyendo a las 4 pm. Este enfoque temporal se selecciona para proporcionar una representación concentrada y detallada de la operación de la carnicería durante un intervalo significativo. Es fundamental subrayar que la cantidad de clientes atendidos durante este período será constante para ambos escenarios, según los datos previamente mencionados en el análisis de colas. Esta elección permite una comparación equitativa entre el método manual inicial y los escenarios mejorados.

2.7.3.2 Resultado de la Simulación Situación Actual

Análisis en la actividad “Corte de Producto”

Rendimiento: El rendimiento del corte de productos se reflejó en un output de **32** personas durante la hora de simulación. Este dato es fundamental para comprender la capacidad de producción del método manual en el contexto del escenario evaluado.

Eficiencia Operativa: El porcentaje de tiempo en que el sistema se encontraba inactivo (%Idle) fue del **29.3%**. Esta métrica indica periodos en los que los recursos no estaban siendo plenamente utilizados.

Tiempo de Procesamiento: El %Processing fue del **58.8%**, indicando el tiempo dedicado al procesamiento real de productos. Esta métrica es crucial para comprender cómo se distribuye el tiempo de manera específica durante la operación manual.

Análisis en la actividad “Corte en Pequeños Cuadros”

Rendimiento: El rendimiento en el corte de pequeños cuadros se reflejó en un output de 31 unidades durante la hora de simulación.

Eficiencia Operativa: El porcentaje de tiempo en que el sistema se encontraba inactivo (%Idle) fue del **26.5%**. Este indicador revela períodos de baja utilización de recursos.

Tiempo de Procesamiento: El %Processing fue del **70.8%**, indicando el tiempo dedicado al procesamiento real de pequeños cuadros.

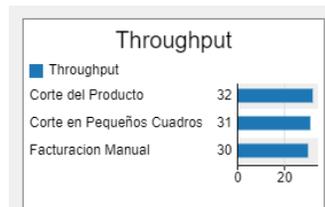
Análisis en la actividad “Facturación”

Rendimiento en Facturación: En el proceso de facturación, el output fue de 30 unidades durante la hora de simulación.

Eficiencia Operativa en Facturación: El porcentaje de tiempo en que el sistema se encontraba inactivo (%Idle) fue del **31.9%**.

Tiempo de Procesamiento en Facturación: El %Processing fue del **68.1%**, indicando el tiempo dedicado al procesamiento real de facturas.

Figura 20. Throughput Escenario 1 Situación Actual (FlexSim)



Fuente: Elaboración Propia

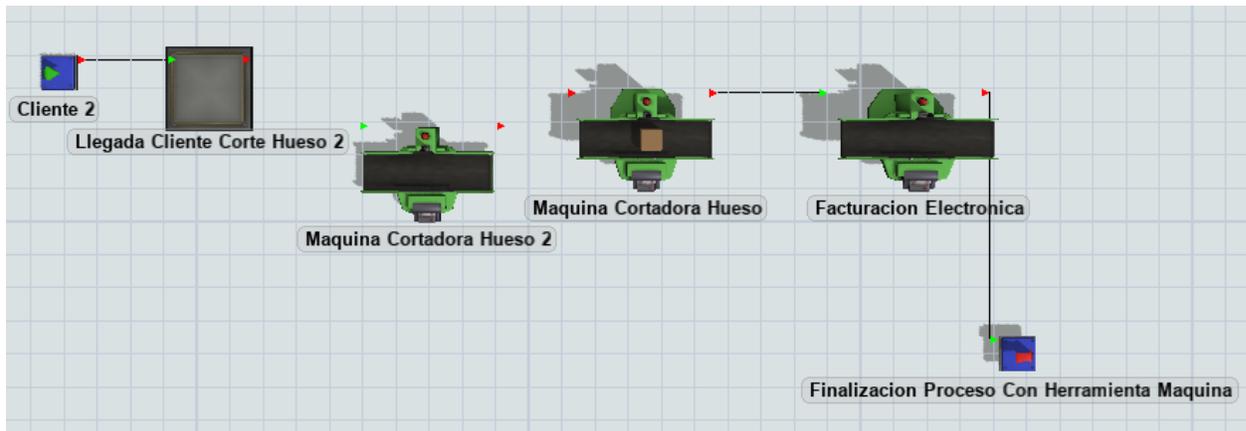
Esta representación gráfica ilustra cómo el throughput de personas disminuye gradualmente a medida que avanzan por cada etapa del proceso. Comienza con 32 personas en el Corte de Producto, disminuye a 31 en el Corte de Pequeños Cuadros y finalmente llega a 30 en el proceso de Facturación. Este patrón refleja la reducción escalonada de una persona en cada etapa, indicando cómo la eficiencia puede variar a lo largo de los procesos bajo el método manual en el contexto de un servicio.

2.7.4 Escenario Mejorado Proceso Corte de Hueso

A través de la simulación, se explorarán las mejoras cuantificables en términos de tiempos de procesamiento y eficiencia general asociados con estas implementaciones tecnológicas. Este

enfoque permitirá una evaluación rigurosa y una comprensión profunda de cómo estas innovaciones pueden transformar significativamente la dinámica operativa de la carnicería.

Figura 21. Escenario 2 Situación Mejoras (FlexSim)



Fuente: Elaboración Propia

Es fundamental subrayar que la cantidad de clientes atendidos durante este período será constante para ambos escenarios, según los datos previamente mencionados en el análisis de colas. Esta elección permite una comparación equitativa entre el método manual inicial y los escenarios mejorados.

2.7.4.1 Resultado de la Simulación Situación Mejoras

Análisis en la actividad “Corte de Producto con Maquina Corte de Hueso”

Rendimiento Mejorado: El rendimiento del corte de productos ha experimentado una mejora sustancial, alcanzando un output de **54** personas por hora con la implementación de la máquina de corte de hueso. Esta cifra representa un aumento significativo en comparación con el método manual anterior.

Eficiencia Operativa Optimizada: La eficiencia operativa se ha optimizado con un %Idle reducido al **73.1%** y un %Processing aumentado al **26.7%**. Estos cambios indican una mayor utilización de recursos y una distribución más eficiente del tiempo de procesamiento.

Análisis en la actividad “Corte de Pequeños Cuadros con Maquina Corte de Hueso”

Mayor Productividad: La implementación de la máquina de corte de hueso ha llevado a una mayor productividad en el corte de pequeños cuadros, con un output de 53 personas por hora.

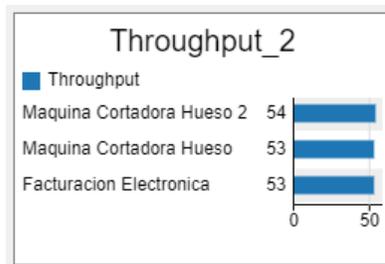
Eficiencia Operativa Reforzada: La eficiencia operativa se refleja en un %Idle del **73.2%** y un %Processing del **26.8%**, indicando una utilización más efectiva de los recursos y una distribución mejorada del tiempo de procesamiento.

Análisis en la actividad “Sistema de Facturación”

Optimización en la Facturación: La facturación ha experimentado una optimización significativa con un output de 53 personas por hora, lo que demuestra la eficacia de la máquina de corte de hueso en este proceso específico.

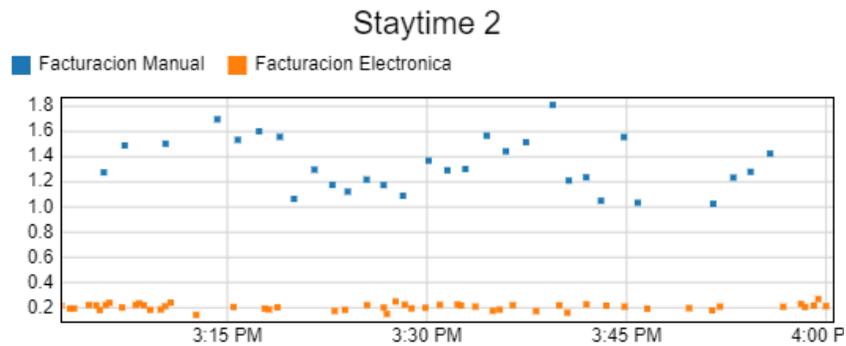
Eficiencia Operativa Destacada: La eficiencia operativa en la facturación se destaca con un %Idle reducido al **81.9%** y un %Processing del **18.1%**, indicando una mayor eficiencia y reducción en los tiempos de inactividad durante el proceso de facturación.

Figura 22. Throughput Escenario 2 Situación Mejora (FlexSim)



Fuente: Elaboración Propia

La gráfica refleja el impacto positivo de la implementación de la máquina de corte de hueso en el throughput de los procesos de la carnicería. Cada barra representa el número de personas atendidas por hora en cada etapa del proceso, con los siguientes resultados mejorados:

Figura 23. Staytime Proceso Facturación

Fuente: Elaboración Propia

La gráfica revela de manera elocuente el impacto positivo de la introducción de la máquina de corte de hueso en los tiempos de permanencia (Staytime) durante el proceso de facturación en la carnicería. Comparando el método manual con la facturación electrónica, se observa una marcada disminución en el Staytime con la implementación de la tecnología avanzada. Bajo el método manual, el tiempo de permanencia era significativamente mayor, reflejando posiblemente procesos más complejos y tiempos de espera más prolongados.

3 Resultados

3.1 Análisis de Datos

En la investigación realizada en la carnicería “Los Gemelos”, se ha llevado a cabo un análisis detallado de tres procesos clave: el proceso de molida y el proceso de corte de hueso y recepción de Carne. Estos procesos desempeñan un papel fundamental en la eficiencia y calidad de los productos ofrecidos por la carnicería.

3.1.1 Proceso de Recepción de Carne

Al abordar la recepción de carne, aplicamos una matriz de riesgos para evaluar y gestionar los posibles desafíos asociados con este proceso crucial. Esta herramienta nos permitió identificar áreas de riesgo y establecer medidas para prevenir posibles problemas.

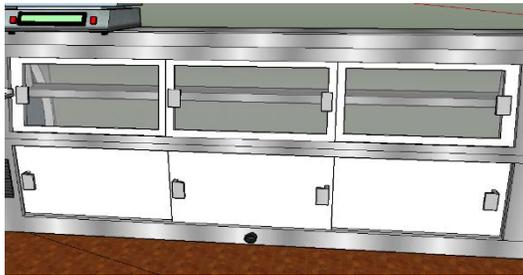
Tabla 20. Medidas Prevención Recepción Materia Prima

Recepcion de la carne	Traslado de carne del congelador al mostrador		Lavado maquinas y utencilios		Proceso	
Area de recepcion	Area fria		Area total de la carniceria		Zona/Lugar	
1	3	3	3	3	Nro. Expuestos	Criterios para establecer controles
Intoxicaciones.	Incapacidad permanente	Intoxicaciones.	Incapacidad permanente	Muerte	Peor consecuencia	
Si	Si	Si	Si	Si	Existencia requisito legal específico asociado (Si o No)	
N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	Eliminación	Medidas Intervención
N.A	Invertir en maquinaria(Area	N.A	N.A	N.A	Sustitución	
N.A	Maquinaria o elemtnos que ayuden con el levantamiento	N.A	N.A	N.A	Controles de ingeniería	
Procedimientos de seguridad, Capacitación al personal Mantener las areas despejadas y desinfectadas	Fomentar el autocuidado y pausas activas	Procedimientos de seguridad, Capacitación al personal Mantener las areas despejadas y desinfectadas	Fomentar el autocuidado y pausas activas	Procedimientos de seguridad, Capacitación al personal Señalización Buena Iluminación	Controles administrativos, Señalización, Advertencia	
Tapa bocas, Guantes,gafas, botas,delantal	N.A	Tapa bocas, Guantes,gafas, botas,delantal	N.A	Tapa bocas, Guantes,gafas, botas,delantal	Equipos/ Elementos de protección personal	

Fuente: Elaboración Propia

Inicialmente, al analizar la recepción de carne, ya que sucede una vez al día y presenta movimientos variables según la rotación de elementos de limpieza. Esto dificultaba la aplicación de un diagrama de hilos convencional.

Para abordar este desafío, decidimos enfocarnos en la distribución en planta. Observamos que el almacenamiento de la carne debajo de un mostrador generaba riesgos de seguridad y demoras en la búsqueda durante el proceso de venta, ya que los empleados tenían que agacharse, aumentando el riesgo de accidentes.



Distribución con un Sistema de Congelación Vertical: Este cambio estratégico resuelve varios problemas, el almacenamiento se realizaría de manera eficiente sin obstruir a los operarios durante la venta, y el proceso de búsqueda se volvería más rápido y seguro.

Beneficios Clave

Seguridad del Personal

- Eliminamos el riesgo de accidentes al evitar que los empleados se agachen para acceder a la carne almacenada.
- Mejoramos las condiciones de trabajo y redujimos la posibilidad de lesiones.

Eficiencia en la Búsqueda

- Agilizamos el proceso de búsqueda al organizar la recepción de carne de manera vertical, facilitando el acceso y la identificación rápida de los productos.

3.1.2 Proceso de Corte Hueso

En el proceso de corte de hueso, se realizaron importantes ajustes para aumentar la eficiencia y disminuir los tiempos de ejecución. La implementación de la distribución en planta contribuyó a

reducciones modestas pero significativas en los tiempos de recorrido, mejorando la fluidez general del proceso.

Tabla 21. Cursograma Corte Hueso Propuesta

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO													
PROCESO: CORTE DE HUESO			RESUMEN										
Fecha: 22/09/2023			SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.								
EL ESTUDIO INICIA: En horas de la mañana TIPO			●	Operación	7								
1:00 pm con un pedido que involucra la cortadora de hueso			→	Transporte	4								
Metodo: Actual ___ Propuesto: ___			■	Inspección	1								
			●	Espera	0								
			▼	Almacenaje	0								
Producto: 1 libra de Costilla			Total actividades realizadas			12							
			Distancia total en metros			30,26							
			Tiempo min/hombre										
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Min	SIMBOLOS PROCESOS					Pro.		Econ.	
					●	→	■	●	▼	Dist	Tiempo		
1	El cliente escoge el producto	1	0	1,52							1,52	0%	
2	Selección del producto	1	0	1,87							3,13	0,28	85%
3	Corta el producto con la cantidad solicitada	1	2,08										
4	Llevar el producto a pesar	1	5,06	0,14							2,5	0,13	4%
5	Pesar Producto	1	0										
6	Cortar en pequeños cuadros	1	5,06	2,23							0,14	94%	
7	Traslado al lavado	1	4,75	1,42							3,89	1,41	0%
8	Lavado	1	0										
9	Selección de Bolsa	1	2,08	0,09							0,02	81%	
10	Empacar el producto	1	2,08										
11	Cobro del producto	1	4,09	1,67						2,45	1,66	1%	
12	Venta	1	5,06	1,66							0,07	96%	
Tiempo minutos:			m	30,26	10,59	Min				m	14,47	5,263	Min

Fuente: Elaboración Propia

La transformación más notable se logró con la incorporación del proceso de corte de hueso. Anteriormente realizado de manera manual, este proceso experimentó una disminución extraordinaria en términos de tiempo, comprendida entre un 85% y 90%. Esta mejora significativa no solo ha reducido los tiempos de ejecución, sino que también ha optimizado la precisión y consistencia en el corte, mejorando la calidad del producto final.

Adicionalmente, la introducción del sistema de facturación tuvo un impacto considerable en el proceso de corte de hueso. Antes de la implementación, este proceso tenía una duración de 10 minutos. Con el nuevo sistema de facturación, hemos logrado reducir este tiempo a

aproximadamente 5.2 minutos, lo que representa una reducción del 50% en los tiempos de ejecución.

Estas mejoras en el proceso de corte de hueso no solo han acelerado la producción, sino que también han mejorado la precisión y la eficiencia en general. Los beneficios no se limitan solo a los tiempos de ejecución, sino que también se reflejan en la calidad del producto final y la optimización de recursos.

Al combinar la distribución en planta, el corte de hueso automatizado y el sistema de facturación eficiente, hemos creado un proceso de corte más rápido, preciso y eficiente. Esto no solo beneficia la producción interna, sino que también mejora la experiencia del cliente al acelerar la entrega de productos. Además de las mejoras físicas en el proceso de corte de hueso, se creó una matriz de riesgos para identificar, evaluar y gestionar posibles desafíos. Este enfoque proactivo nos permitió abordar aspectos críticos y anticipar posibles contratiempos.

Tabla 22. Medidas Prevención Corte Hueso

Corte con hueso			Proceso	
Area corte			Zona/Lugar	
3	3	3	Nro. Expuestos	Criterios para establecer controles
Intoxicaciones.	Muerte	Muerte	Peor consecuencia	
Si	Si	Si	Existencia requisito legal específico asociado (Si o No)	
N.A	N.A	N.A	Eliminación	Medidas intervención
N.A	N.A	N.A	Sustitución	
		Actualizar y mecanizar el proceso	Controles de ingeniería	
Procedimientos de seguridad, Capacitación al personal	Procedimientos de seguridad, Capacitación al personal	Procedimientos de seguridad, Capacitación al personal, fomentar el autocuidado Mantenimiento preventivo, buena iluminación	Controles administrativos, Señalización, Advertencia	
Tapa bocas, Guantes, gafas, botas, delantal	N.A	Tapa bocas, Guantes, gafas, botas, delantal	Equipos/ Elementos de protección personal	

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 Proceso de Molida

En el proceso de molida, hemos realizado varias mejoras clave para aumentar la eficiencia y reducir los tiempos de ejecución. Una de las modificaciones fundamentales fue la implementación de una distribución en planta, que redujo los recorridos y contribuyó a una disminución notoria en los tiempos de ejecución.

Tabla 23. Cursograma Molida Propuesta

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO												
PROCESO: MOLEDORA			RESUMEN									
Fecha: 22/09/2023 EL ESTUDIO INICIA: En horas de la mañana TIPO 11:30 am con un pedido que involucra la maquina moladora de carne Metodo: Actual ___ Propuesto: X Producto: 1 libra de Pepino			SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.							
			●	Operación	9							
			→	Transporte	3							
			■	Inspeccion	1							
			●	Espera	0							
			▼	Almacenaje	0							
			Total actividades realizadas		13							
Distancia total en metros		1,9										
Tiempo min/hombre												
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Min	SIMBOLOS PROCESOS					Pro.		Econ.
					●	→	■	●	▼	Dist	Tiempo	
1	El cliente escoge el producto	1		1,23							1,23	0%
2	Selección del producto	1		1,30							0,97	26%
3	Corta el producto con la cantidad solicitada	1	2,44							2,73		
4	Llevar el producto a pesar	1	4,63	0,20						2,68	0,20	0%
5	Pesar Producto	1										
6	Cortar en pequeños cuadros	1	4,63	1,60								100%
7	Traslado al lavado	1								3,58	1,06	0%
8	Lavado	1	3,61	1,06								
9	Moler	1	1,77	1,50						1,45	1,46	3%
10	Selección de Bolsa	1	3,20	0,12							0,01	89%
11	Empacar el producto	1	3,20									
12	Cobro del producto	1	3,70	1,44						2,45	1,40	3%
13	Venta	1	5,06	1,46							0,07	95%
Tiempo minutos:			m 32,24	9,918 Min						m 12,89	6,399 Min	

Fuente: Elaboración Propia

Se reorganizó el proceso de corte y corte en pequeños cuadros, mejorando significativamente la eficiencia del procedimiento. En particular, observamos que el proceso de venta, donde anteriormente se dedicaba un tiempo considerable a la ejecución, se propuso una estrategia innovadora: realizar los pasos de corte y corte en pequeños cuadros de la carne antes de la venta. Esta modificación ha demostrado ser altamente eficaz, reduciendo significativamente el tiempo necesario para la ejecución del pedido.

Se generó Impacto en los Tiempos de Ejecución: Antes de estas implementaciones, la ejecución de 1 libra de pepino tardaba aproximadamente 9 minutos. Sin embargo, con las distribuciones en planta, la reorganización del proceso de corte, y la ejecución anticipada de ciertos pasos, hemos logrado reducir este tiempo a alrededor de 6 minutos.

Adicionalmente, se incorporó un sistema de facturación que agiliza el proceso de pago, optimizando aún más la eficiencia general del proceso de molido. Este sistema ha demostrado ser una adición valiosa, permitiendo transacciones más rápidas y eficientes.

En el proceso de molido, la implementación de medidas de prevención ha sido esencial para salvaguardar la eficiencia y seguridad operativa. La matriz de riesgos identificó áreas críticas que podrían afectar la calidad del producto y la continuidad del proceso, y en respuesta, establecimos medidas específicas para reducir la probabilidad de ocurrencia y mitigar cualquier impacto adverso.

Tabla 24. Medidas Prevención Molida

Moler		Proceso	
Area de molienda		Zona/Lugar	
2	2	Nro. Expuestos	Criterios para establecer controles
Muerte	Muerte	Peor consecuencia	
Si	Si	Existencia requisito legal específico asociado (Si o No)	
N.A	N.A	Eliminación	Medidas Intervención
N.A	N.A	Sustitución	
	Manterener maquinaria en buen estado	Controles de ingeniería	
Procedimientos de seguridad, Capacitación al personal	Procedimientos de seguridad, Capacitación al personal, fomentar el autocuidado Mantenimiento preventivo, buena iluminación	Controles administrativos, Señalización, Advertencia	
Botas	Tapa bocas, Guantes, gafas, botas, delantal	Equipos/ Elementos de protección personal	

Fuente: Elaboración Propia

Se proponen estas medidas exhaustivas de prevención con el objetivo de salvaguardar la integridad de los operarios y optimizar la eficiencia del proceso. Estas medidas fueron cuidadosamente diseñadas, tomando en consideración la matriz de riesgos asociada a cada una de las etapas de la molida.

3.2 Análisis de colas

El análisis de cola se realiza de nuevo a los 2 procesos: corte de carne con hueso y molida, con nuevos tiempos mejorados de servicio:

3.2.1 Corte Hueso

En el proceso corte de carne con hueso se tiene un nuevo ritmo de servicio que es 12 Clientes/Hora, se realizan los nuevos cálculos con los mismos tres empleados y el mismo promedio de llegada de clientes por hora, es decir 35, se reduce el tiempo promedio de servicio a 5 min, gracias a la nueva distribución planteada:

A continuación, se evidencia el Paso a Paso:

Núm. Servidores $\rightarrow s = 3$ Empleados.

Ritmo de Servicio $\rightarrow \mu = 5$ min/Cliente

$$\mu = 0.2 \text{ Clientes/Minutos}$$

$$\mu = 12 \text{ Clientes/Hora}$$

Tasa de llegada $\rightarrow \lambda = 35$ Clientes/Hora

Primero se calcula la utilización promedio de los empleados en el sistema se calcula utilizando la siguiente formula:

Utilización promedio del sistema

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

Entonces:

$$\rho = \frac{35}{3(12)} \quad \rho = 0.97 \text{ ó } 97.2 \%$$

Esto quiere decir que el promedio de utilización de los empleados es del 97%. Se redujo un 97 %

Se procede a resolver esta fórmula, en la cual se utiliza el resultado anterior:

probabilidad de que haya cero
clientes en el sistema

$$\rho_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \left[\frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left(\frac{1}{1-\rho} \right) \right]}$$

Solución:

$$\rho_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^2 \frac{(35/12)^n}{n!} + \left[\frac{(35/12)^3}{3!} \left(\frac{1}{1-0.9} \right) \right]}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{\frac{(2.9)^0}{0!} + \frac{(2.9)^1}{1!} + \frac{(2.9)^2}{2!} + \left[\frac{(2.9)^3}{3!} \left(\frac{1}{0.1} \right) \right]}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{1 + 2.9 + 4.205 + [4.064(10)]}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{8.105 + 40.64}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{48.745}$$

$$\rho_0 = 0.0205$$

$$\rho_0 = 2.05\%$$

Esto quiere decir que la probabilidad de que haya cero clientes en el sistema es del 2.05%

Ahora se sustituye el valor de ρ_0 en la formula **No. 3**

Numero promedio de
clientes en la fila

$$lq = \frac{\rho_0(\lambda/\mu)^s \rho}{s!(1-\rho)^2}$$

$$lq = \frac{0.0205(2.9)^3 0.9}{3!(1-0.9)^2}$$

$$lq = \frac{0.0205(24.389)(0.9)}{6(0.01)}$$

$$lq = \frac{0.4499}{0.06}$$

$$lq = 7.49$$

Esto quiere decir que 7 son el numero promedio de clientes haciendo fila

A continuación, se reemplaza lq en la formula **No. 2**

Tiempo promedio de
espera en la fila

$$wq = \frac{lq}{\lambda}$$

$$wq = \frac{7.49}{35}$$

$$wq = 0.214$$

$$0.21 \times 60 \text{ min de la hora}$$

$$wq = 12.6 \text{ min}$$

Esto quiere decir que en promedio una persona espera en la fila 12 min.

Por último, se reemplaza el valor de wq en la formula No. 1

**Tiempo promedio
transcurrido en el sistema**

$$w = wq + \frac{1}{\mu}$$

$$w = 0.21 + \frac{1}{12}$$

$$w = 0.29 \text{ Horas}$$

$$0.29 \times 60 \text{ min de la hora}$$

$w = 17.4 \text{ min}$

Esto quiere decir que el tiempo promedio que están los clientes en el área de la carnicería son de 17.4 min.

Con el nuevo estudio de colas M/M/S se demuestra que el proceso de cortar carne con hueso con la implementación de la máquina, se reduce el tiempo en que esta un cliente en el área de la carnicería a 17 min, 1 hora menos, el promedio de utilización de empleados reduce considerablemente a un 97 %, 97 % menos que el proceso actual.

3.2.2 Molida

En el proceso molida con hueso se tiene un nuevo ritmo de servicio que es 10 Clientes/Hora, se realizan los nuevos cálculos con los mismos tres empleados y el mismo promedio de llegada de clientes por hora, es decir 28, se reduce el tiempo promedio de servicio a 6 min, gracias a la nueva distribución planteada:

Se aplicaron las mismas formulas anteriores, dando los siguientes resultados:

Núm. Servidores → $s = 2$ Empleados.

Ritmo de Servicio → $\mu = 10$ Clientes/Hora

Tasa de llegada → $\lambda = 28$ Clientes/Hora

**Utilizacion promedio del
sistema**

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

Entonces: 1.

$$\rho = \frac{28}{2(10)} \quad \rho = 1,4 \text{ ò } 140\%$$

Esto quiere decir que el promedio de utilización de los empleados es del 140%, 93 % menos que el proceso actual

2.

probabilidad de que haya cero clientes en el sistema

$$\rho_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \left[\frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left(\frac{1}{1-\rho} \right) \right]}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^1 \frac{(28/10)^n}{n!} + \left[\frac{(28/10)^2}{2!} \left(\frac{1}{1-1.4} \right) \right]}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{\frac{(2.8)^0}{0!} + \frac{(2.8)^1}{1!} + \left[\frac{(2.8)^2}{2!} \left(\frac{1}{-0.4} \right) \right]}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{1 + 2.8 + [3.92(-2.5)]}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{3.8 - 9.8}$$

$$\rho_0 = \frac{1}{-6} \times -1$$

$$\rho_0 = 0.16$$

$$\rho_0 = 16.6\%$$

Esto quiere decir que la probabilidad de que haya cero clientes en el sistema es del 16.6%, 26.31% menos que en el proceso actual.

3.

Numero promedio de
clientes en la fila

$$lq = \frac{\rho_0(\lambda/\mu)^s \rho}{s!(1-\rho)^2}$$

$$lq = \frac{0.16(2.8)^2 1.4}{2!(1-1.4)^2}$$

$$lq = \frac{0.16(7.84)(1.4)}{2(0.16)}$$

$$lq = \frac{1.7561}{0.32}$$

$$lq = 5.48$$

Esto quiere decir que 6 son el numero promedio de clientes haciendo fila, 11 clientes menos que el proceso actual.

4.

Tiempo promedio de
espera en la fila

$$wq = \frac{lq}{\lambda}$$

$$wq = \frac{5.48}{28}$$

$$wq = 0.1957$$

$$0.1957 \times 60 \text{ min de la hora}$$

$$wq = 11.74 \text{ min}$$

Esto quiere decir que en promedio una persona espera en la fila 12 min, es decir 24 min menos que el proceso actual.

5.

**Tiempo promedio
transcurrido en el sistema**

$$w = wq + \frac{1}{\mu}$$

$$w = 0.1957 + \frac{1}{10}$$

$$w = 0.2957 \text{ Horas}$$

$$0.2957 \times 60 \text{ min de la hora}$$

$w = 17.74 \text{ min}$

Esto quiere decir que el tiempo promedio que están los clientes en el área de la carnicería son de 18 min, es decir 28 min menos que el proceso actual.

Con el nuevo estudio de colas M/M/S se demuestra que el proceso de molida, con la nueva distribución, mejora, primero se ve el nuevo ritmo de servicio que serían 10 clientes por hora, 4 clientes más que la actual distribución, el número de clientes promedio haciendo fila sería de 6 que son 11 clientes menos, con la nueva distribución, el cliente esperaría 12 min es decir 24 min menos.

3.3 Costo Beneficio

A continuación, se calcula el costo beneficio de las mejoras propuestas anteriormente, Se tiene en cuenta el comportamiento de las ventas del año 2023, expuestos en la siguiente tabla.

Tabla 25. Comportamiento Ventas Implementación Mejoras

VENTAS ACTUALES								
Numero	Mes	Kg	Comportamiento	Proveedor	Ventas	ventas día	# clientes atendidos	Ventas/cliente
1	Enero	3.423	Actual	\$ 68.158.013	\$ 75.528.200	\$ 2.517.607	84	\$ 29.972
2	Febrero	3.679	Actual	\$ 73.231.609	\$ 81.165.700	\$ 2.705.523	84	\$ 32.209
3	Marzo	4.061	Actual	\$ 80.109.293	\$ 88.798.600	\$ 2.959.953	84	\$ 35.238
4	Abril	4.315	Actual	\$ 84.483.982	\$ 93.619.900	\$ 3.120.663	84	\$ 37.151
5	Mayo	4.686	Actual	\$ 91.444.540	\$ 101.349.600	\$ 3.378.320	84	\$ 40.218
6	Junio	4.462	Actual	\$ 86.408.960	\$ 95.750.600	\$ 3.191.687	84	\$ 37.996
7	Julio	4.348	Actual	\$ 83.606.204	\$ 92.634.300	\$ 3.087.810	84	\$ 36.760
8	Agosto	4.056	Actual	\$ 77.491.117	\$ 85.857.200	\$ 2.861.907	84	\$ 34.070
9	Septiembre	3.819	Actual	\$ 72.959.339	\$ 80.836.163	\$ 2.694.539	84	\$ 32.078
10	Octubre	4.112	Actual	\$ 78.553.372	\$ 87.034.138	\$ 2.901.138	84	\$ 34.537
11	Noviembre	4.450	Pronóstico	\$ 85.012.876	\$ 94.191.021	\$ 3.139.701	84	\$ 37.377
12	Diciembre	4.500	Pronóstico	\$ 85.970.051	\$ 95.251.536	\$ 3.175.051	84	\$ 37.798
Total					\$ 1.072.016.958		Prom. ventas/cliente	\$ 35.450

Fuente: Elaboración Propia

Con estos comportamientos se calcula el total de las ventas y el promedio de las ventas por el cliente, para el año 2023 sin modificar ningún aspecto de la carnicería los gemelos de cómo está actualmente, así mismo, con estos resultados podemos cuantificar el pronóstico ascendente en las ventas futuras, como se muestra a continuación:

Tabla 26. Comparación en Ventas Propuesta de Mejora

VENTAS AÑO 2023			
Num. Clientes atendidos/día	Prom. Ventas/cliente	Prom Ventas/día	Total de ventas
84	\$ 35.450	\$ 2.977.825	\$ 1.072.016.958

VENTAS PROPUESTA			
Num. Clientes atendidos/día	Prom. Ventas/cliente	Prom Ventas/día	Total de ventas
154	\$ 35.450	\$ 5.459.300	\$ 1.965.348.000

Aumento en ventas	\$ 893.331.042
% de aumento	55%

Fuente: Elaboración Propia

Gracias a la mejora en la distribución en planta, en la implementación de maquinaria, en la estandarización de procesos, se puede observar que aumenta el ritmo de servicios de clientes por hora a 154 clientes es decir 70 clientes más, esto ayuda al aumento considerable del 55% en las ventas para el siguiente año si se aplican las mejoras planteadas.

5 Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en la investigación realizada en la carnicería "Los Gemelos", se ha logrado abordar de manera efectiva y estratégica los desafíos operativos identificados. A través de los cursograma y caracterización ya presentados, se pudo observar que,

1. En el proceso de recepción de carne, existen riesgos físicos para los trabajadores que se hallaron mediante la matriz de riesgo, Se encontró que las actividades realizadas con mayor riesgo y esfuerzo son en el traslado de carne y almacenamiento, por ello se recomendó invertir en un congelador vertical para la seguridad de los operarios al hacer dichas actividades dentro de esta; además se cumpliría con la norma tal.
2. En el proceso de corte de hueso, se halló demoras a la hora de ejecutar la venta de estos productos; mediante la toma de tiempos, diagrama de hilos y matriz de riesgos, se encontró que los operarios a la hora de realizar dichas actividades de manera manual, invierten más del tiempo del debido, en consecuencia, este proceso se demora 10 min aproximadamente, por ende, se propone implementar una cortadora de hueso eléctrica que disminuiría este tiempo a 5 min aproximadamente, también se hallaron recorridos largos con distancias de 4 a 5 mts de un punto a otro debido a la mala distribución actual de los recursos, por ende se propone una nueva de distribución, que mejoraría tanto los tiempos recorridos y reducirá los riesgos a los que expone los operarios.
3. En el proceso de molido, se registraron demoras que mediante la toma de tiempos, diagrama de hilos y matriz de riesgos, se evidenciaron actividades que no agregan valor dentro de la venta del producto, así mismo distancias innecesarias recorridas que toman

en total 32 mts aproximadamente, así implementando las recomendaciones dadas, la distancia nueva recorrida serían 15 mts aproximadamente, además, se demostró a la hora de ejecutar la venta toma un tiempo total de 9 min aproximadamente, implementado la nueva distribución se mejorarían estos puntos críticos, reduciendo su tiempo en un 32% aprox del actual.

El análisis de colas ha demostrado mejoras sustanciales en ambos procesos, con reducciones significativas en el tiempo por ejemplo en el proceso de molido se redujo la espera del cliente en ser atendido a 12 min el cual antes era de 36 min promedio; En el proceso de corte de hueso se notan mejoras en el tiempo en que un cliente pasa en el área de la carnicería, actualmente se demora una hora y con las nuevas actualizaciones aproximadamente se demoraría 17 min.

En el proceso de recepción de carne, la reorganización de la distribución en planta ha demostrado ser una solución efectiva para mejorar la seguridad del personal y la eficiencia en la búsqueda de productos. La implementación de un sistema de congelación vertical ha contribuido no solo a la seguridad del personal, eliminando riesgos de accidentes, sino también a una búsqueda más rápida y eficiente.

En el proceso de corte de hueso, la introducción de tecnologías como el corte automatizado y el sistema de facturación ha tenido un impacto considerable en la reducción de tiempos de ejecución, mejorando no solo la velocidad de producción, sino también la precisión y consistencia en el corte. Además, la aplicación de una matriz de riesgos ha permitido una gestión proactiva de posibles contratiempos, asegurando la continuidad operativa y la calidad del producto.

En el proceso de molido, la implementación de una distribución en planta y la reorganización del proceso de corte en pequeños cuadros han contribuido significativamente a la eficiencia del procedimiento. La introducción de un sistema de facturación ha optimizado aún más la eficiencia del proceso, permitiendo transacciones más rápidas y eficientes.

En cuanto al análisis de costo-beneficio, con las nuevas implementaciones, recomendaciones se ve un aumento de cliente atendidos en donde antes atendían 84 clientes y con las mejoras se incrementó un 46% a y en las ventas se presencia un 55% de crecimiento.

En resumen, esta investigación no solo ha generado soluciones concretas para los desafíos operativos identificados en la carnicería "Los Gemelos" sino que también ha establecido un precedente para la aplicación de principios de ingeniería industrial en el sector alimentario. Estas mejoras no solo beneficiarán a la carnicería a nivel local, sino que también tienen el potencial de influir en la eficiencia operativa y la calidad en la industria alimentaria en general.

Referencias

- BBG . (s.f.). *Soluciones de Pesaje y Equipos para Alimentos*. Obtenido de <https://www.bbg.com.co/producto/balanza-etiquetadora-liquidadora-cas-cl-5200-p/>
- Icontec Internacional. (2012, 12 de Junio). *GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6034/ParraCuestaDianaMarcelaVasquezVeraErikaVanessa2016-AnexoA.pdf;jsessionid=39776DFA80303195A4721BA5A0CCBCF1?sequence=2>
- MakFrio. (s.f.). Obtenido de https://makfrio.com/producto/nevera-vertical-de-congelacion-plus/?attribute_pa_funcionalidad=refrigeracion&gclid=CjwKCAiA6byqBhAWEiwAnGCA4A0FepZm-x8zpLuP_zT0mepdNkMDQBcnbcYhIior6g1Rkxm2xgY09RoC124QAvD_BwE
- Mercado Libre. (s.f.). Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-844303111-sierra-cortadora-d-hueso-y-molino-de-carne-fertron-2-en-1-_JM#position=3&search_layout=stack&type=item&tracking_id=520a1436-8176-4139-b980-a86d5b1bb034
- Mercado Libre. (s.f.). Obtenido de https://www.mercadolibre.com.co/closet-2-puertas-home-multiusos-rta-duna-blanco-color-marron-claro/p/MCO24783619#searchVariation=MCO24783619&position=6&search_layout=stack&type=product&tracking_id=60678279-68ba-44cf-9c48-49fa56bd211b
- PREVENSYSTEM. (17 de 02 de 2022). *Riesgos laborales en elaboración de productos cárnicos*. Obtenido de Riesgos laborales en elaboración de productos cárnicos: <https://www.prevensystem.com/internacional/640/noticia-riesgos-laborales-en-elaboracion-de-productos-carnicos.html>