

**MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS
POLÍTICAS DE PESAJE, PERSONAL POLIVALENTE Y CAJAS RÁPIDAS EN
EL RENDIMIENTO OPERACIONAL DE EMPRESAS MINORISTA. CASO
MEGATIENDAS EXPRESS-SECTOR PRADO.**

**JONED DAVID CHICA LLAMAS
JOSE IGNACIO ZAPATA MÁRQUEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS
2012**

**MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS
POLÍTICAS DE PESAJE, PERSONAL POLIVALENTE Y CAJAS RÁPIDAS EN
EL RENDIMIENTO OPERACIONAL DE EMPRESAS MINORISTA. CASO
MEGATIENDAS EXPRESS-SECTOR PRADO.**

**JONED DAVID CHICA LLAMAS
JOSE IGNACIO ZAPATA MÁRQUEZ**

Trabajo de grado

Tutor-Asesor Temático
JAIRO RAFAEL CORONADO HERNÁNDEZ
Ingeniero Industrial

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS
2012**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias D.T. y C., Abril de 2012

Dedico este proyecto de grado a:

Dios Todopoderoso quien ha sido y es el motor de mi existencia y, la razón por la cual he logrado éxitos a lo largo de mi carrera. Me ha dado las fuerzas, el conocimiento y la Inteligencia para desarrollar cada una de las labores concernientes a un estudio arduo que ha logrado construir metas, propósitos y caminos llenos de triunfos, que me han hecho de mí, un ser proyectado a alcanzar rumbos colmados de bendiciones.

A mis padres Tomás Chica y Clara Llamas que siempre han sido un baluarte de confianza y apoyo en la consecución de mis objetivos. Y por medio de sus enseñanzas he siempre procurado realizar dentro de lo bueno, lo más excelente. Sus apoyos como padre y madre, fueron y serán incondicionales en mi desarrollo persona. En jornadas extensas de trabajo, fueron un aliciente para mí. Y todo ello ha dado como resultado la formación de un hijo con buenos principios, empeñado en siempre dar lo mejor de sí.

A mi hermano, que ha sido un ejemplo de perseverancia y aliento en mis deberes seculares. Siendo una persona que se ha comprometido en darme a conocer lo importante que es la responsabilidad y la constancia al momento de cumplir los objetivos que nos tracemos como personas. Es un ejemplo de firmeza y compromiso.

Joned David Chica Llamas.

Le agradezco por el desarrollo de este Trabajo de grado a:

Dios que en su infinito Poder me ha dado la oportunidad de llevar a cabo este proyecto de grado, dándome los medios, las habilidades y la inteligencia para terminar satisfactoriamente cada uno de los requisitos académicos exigidos durante mi proceso como estudiante Universitario. Otorgándome triunfos y momentos en los cuales logre aprender a crecer no solo como estudiante, sino como persona integral.

Mis padres, Tomás Chica y Clara Llamas por brindarme sus esfuerzos por cada día verme mejor. Y con toda seguridad expreso que he nacido de buenos padres que me aman. Su apoyo ha sido clave y primordial en cada uno de los éxitos que obtuve en mi periodo como estudiante Universitario.

Mi hermano Tomás David Chica por ser una persona que estuvo a mi lado siendo un sostén en momentos que parecían difíciles de superar. Y reconozco su perseverancia y capacidad para enseñarme a superarme.

El profesor Jairo R. Coronado por ser un guía, no solo en la parte académica, sino una persona que me ayudó a comprender la importancia de la responsabilidad y el compromiso en los objetivos que buscamos cumplir. Su tiempo fue y será valioso para comprender que es necesario esforzarse más de lo que en primera instancia nos proponíamos.

Al departamento de Auditoría de Megatiendas Express, en especial a Jorge Morales por proporcionarnos la información, los materiales y las ayudas necesarias para cumplir con cada uno de los objetivos estipulados en el trabajo de grado.

A José Zapata por demostrar compromiso en las actividades que se desarrollaron en los diferentes puntos del proyecto.

Joned David Chica Llamas.

Dedico este proyecto a:

Dios por estar presente en mi vida y en mis acciones siempre, por haberme dado los valores y los medios para llevar a cabo todos mis proyectos, especialmente el desarrollo de mi carrera profesional. Por haberme dado especialmente dones como la fe y la perseverancia que me permitieron alcanzar con firmeza muchas metas y objetivos, superando a veces obstáculos y adversidades.

A mis padres Jorge Zapata y Lourdes Márquez por ser siempre mi soporte fundamental en todas las etapas de mi vida, en el día a día y en mi proceso de formación como persona y como profesional. También a mis abuelos Heriberto, Leonor y Margoth, y a todos mis tíos, tías, primos y primas por haberme regalado el ambiente familiar excepcional en el que crecí, lleno de amor y afecto donde aprendí a concebir la esencia de la vida.

A todos mis compañeros de la universidad por haberme regalado su apoyo en todas las etapas de la carrera.

A los Ingenieros Industriales que actualmente llevan a cabo su proceso de formación para que el presente trabajo les sirva de guía y base para futuros desarrollos en este campo.

José Ignacio Zapata Márquez

Cartagena de Indias D.T. y C. 13 de Abril de 2012

Señores

**COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Cartagena**

Cordial saludo.

Por medio de esta carta, les estamos haciendo entrega del Informe Final del trabajo de grado titulado: **“MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS POLÍTICAS DE PESAJE, PERSONAL POLIVALENTE Y CAJAS RÁPIDAS EN EL RENDIMIENTO OPERACIONAL DE EMPRESAS MINORISTA. CASO MEGATIENDAS EXPRESS-SECTOR PRADO”**, para su correspondiente evaluación y aprobación.

Comunicamos que el software requerido para abrir los modelos de simulación es: SIMIO

Atentamente,

JONED DAVID CHICA LLAMAS
Código: T00018951
C.C. 1.047.427.688

JOSÉ I. ZAPATA MÁRQUEZ
Código: T00019111
C.C. 1.047.427.038

Cartagena de Indias D.T. y C. 11 de Abril de 2012

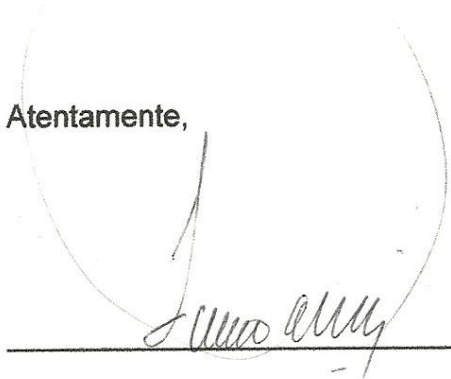
Señores
COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Cartagena

Cordial saludo.

Nos permitimos comunicarles que los estudiantes **JONED DAVID CHICA LLAMAS Y JOSE I. ZAPATA MÁRQUEZ**, desarrollaron para esta empresa un proyecto de investigación titulado: **"MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS POLÍTICAS DE PESAJE, PERSONAL POLIVALENTE Y CAJAS RÁPIDAS EN EL RENDIMIENTO OPERACIONAL DE EMPRESAS MINORISTA. CASO MEGATIENDAS EXPRESS-SECTOR PRADO"**, para dar cumplimiento a su trabajo de grado y aportar a la empresa una solución al problema presentado en el área de Operaciones y Logística en Megatiendas Express.

Megatiendas Express les proporcionó a los estudiantes toda la colaboración necesaria para dar cumplimiento hasta el final a su proyecto de grado y lograr el objetivo de mejorar el rendimiento operacional de la empresa.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Guillermo Ramírez Jiménez', is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, faint, hand-drawn oval.

Guillermo Ramírez Jiménez
Gerente General de INVERCOMER S.A.S
(Megatiendas Express)

Cartagena de Indias D.T. y C. 13 de Abril de 2012

Señores

**COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Cartagena**

Cordial saludo.

Me permito informarles que he seguido paso a paso la temática del Informe final del trabajo de grado titulado **“MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS POLÍTICAS DE PESAJE, PERSONAL POLIVALENTE Y CAJAS RÁPIDAS EN EL RENDIMIENTO OPERACIONAL DE EMPRESAS MINORISTA. CASO MEGATIENDAS EXPRESS-SECTOR PRADO”**, realizado por los estudiantes **JONED DAVID CHICA LLAMAS Y JOSÉ IGNACIO ZAPATA MÁRQUEZ**, en el cual me desempeñé cumpliendo la función de Tutor y Asesor Temático, por tanto manifiesto mi participación en la orientación y conformidad con el resultado obtenido.

Atentamente,

JAIRO RAFAEL CORONADO HERNÁNDEZ
Tutor - Asesor temático

Cartagena de Indias D.T. y C. 13 de Abril de 2012

Señores

**COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Cartagena**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Cordial saludo.

Nosotros, **JONED DAVID CHICA LLAMAS** y **JOSÉ I. ZAPARA MÁRQUEZ**, identificados como aparece al pie de las correspondiente firmas autorizamos a la Universidad Tecnológica de Bolívar publicar nuestro trabajo de grado titulado: **“MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS POLÍTICAS DE PESAJE, PERSONAL POLIVALENTE Y CAJAS RÁPIDAS EN EL RENDIMIENTO OPERACIONAL DE EMPRESAS MINORISTA. CASO MEGATIENDAS EXPRESS-SECTOR PRADO”** en el **CATALOGO ON LINE** de la biblioteca.

Atentamente,

JONED DAVID CHICA LLAMAS
Código: T00018951
C.C. 1.047.427.688

JOSÉ I. ZAPATA MÁRQUEZ
Código: T00019111
C.C. 1.047.427.038

CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO.....	21
RESUMEN.....	22
INTRODUCCIÓN	23
1. MARCO GENERAL DEL PROYECTO	25
1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.....	25
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL SUPERMERCADO	25
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	27
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	29
1.5 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	30
1.6 OBJETIVOS	30
1.6.1 Objetivo General.....	30
1.6.1.1 Objetivos Específicos	30
1.7 ALCANCE DEL TRABAJO.....	31
1.8 MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
1.8.1 Definición de las variables dependientes e independientes.....	32
1.9 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	36
1.10 FINANCIACIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO	36
2. MARCO TEÓRICO	37
2.1 ESTADO DEL ARTE.....	37
2.2 INDUSTRIA DEL RETAIL	39
2.3 PROCESOS BÁSICOS DE LA INDUSTRIA DEL RETAIL	43
2.4 SIMULACIÓN POR PROCESOS.....	46
2.5 ELEMENTOS DE LA SIMULACIÓN.....	46
2.6 PASOS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE SIMULACIÓN	47
2.7 TEORÍA DE COLAS.....	49
2.8 TERMINOLOGÍA USADA EN LA TEORÍA DE COLAS.....	52

3.	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DEL SUPERMERCADO	53
3.1	GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	53
3.1.1	Misión.....	53
3.1.2	Visión.....	53
3.1.3	La empresa en la actualidad, modalidades de venta	53
3.2	ESTRATEGIA ADMINISTRATIVA.....	54
3.3	CADENA DE SUMINISTRO DE MEGATIENDAS.....	55
3.4	ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	55
3.5	REFERENCIAS DE VENTAS.....	56
3.6	ESTUDIO DE TIEMPOS	60
3.6.1	Proceso de arribos de clientes.....	60
3.6.2	Proceso de las operaciones en caja	65
3.7	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE LAS SECCIONES DEL ALMACÉN	68
3.7.1	Descripción del proceso de compra en la sección de Abarrotes.....	68
3.7.2	Descripción del proceso de compra en la Sección de Fruver.....	69
3.7.3	Descripción del proceso de compras en la sección de carnes	70
4.	DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN	72
4.1	MODELO CONCEPTUAL	72
4.2	SIMIO ® COMO HERRAMIENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN DEL SUPERMERCADO.....	74
4.3	DISTRIBUCIÓN DE LAS PROBABILIDADES ASOCIADAS A LAS OPERACIONES	75
4.4	ENTIDADES UTILIZADAS EN LA SIMULACIÓN	78
4.5	LOCACIONES UTILIZADAS EN LA SIMULACIÓN.....	79
4.6	RECURSOS UTILIZADOS EN LA SIMULACIÓN	80
4.7	PROCESOS UTILIZADOS EN LA SIMULACIÓN	82
4.8	SUPUESTOS DEL MODELO DE SIMULACIÓN	84
5.	VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN.....	86
5.1	INDICADORES GLOBALES DEL DESEMPEÑO	86
5.1.1	Cálculo de los indicadores de desempeño	87
5.2	NÚMERO DE RÉPLICAS DEL MODELO	87
5.3	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN PARA UN DÍA TIPO I (DEMANDA BAJA)	88

5.4 RESULTADOS DE UN DÍA TIPO II (DEMANDA NORMAL)	92
5.5 RESULTADOS DE UN DÍA TIPO III (DEMANDA ALTA)	96
5.6 COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LOS TRES TIPOS DE DÍAS	99
5.7 VALIDACIÓN DEL DÍA TIPO I (DEMANDA BAJA).....	101
5.7.1 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo I	102
5.7.2 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo I.....	104
5.8 VALIDACIÓN DEL DÍA TIPO II (DEMANDA NORMAL)	106
5.8.1 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo II	107
5.8.2 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo II.....	109
5.9 VALIDACIÓN DEL DÍA TIPO III (DEMANDA ALTA)	111
5.9.1 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo III.....	112
5.9.2 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo III.....	114
6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS POLÍTICAS	117
6.1 POLITICA DE CAJAS RÁPIDAS	117
6.2 POLITICA DE PERSONAL POLIVALENTE.....	118
6.3 POLITICAS DE PESAJE	119
6.4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS POLÍTICAS EN EL MODELO DE SIMULACIÓN	120
6.4.1 Evaluación de la política de caja rápida	121
6.4.1.1 Análisis del impacto de la política de caja rápida en cada uno de los indicadores de rendimiento por tipo de día	123
6.4.1.2 Conclusiones de la evaluación de la política de caja rápida.....	125
6.4.2 Evaluación de la política de personal polivalente	125
6.4.2.1 Análisis del impacto de la política de personal polivalente en cada uno de los indicadores de rendimiento por tipo de día	127
6.4.2.2 Conclusiones de la evaluación de la política de personal polivalente.....	128
6.4.3 Evaluación de la política de punto de pesaje	129
6.4.3.1 Análisis del impacto de la política de punto de pesaje en cada uno de los indicadores de rendimiento por tipo de día	132
6.4.3.2 Conclusiones de la evaluación de la política de punto de pesajes.....	133
6.4.4 Recomendaciones de la implementación de las políticas por tipo de día.....	133
6.4.5 Simulación de las recomendaciones por día	135

6.5 PLANES PARA VARIACIONES DE DEMANDA	137
6.5.1 Reseña de días de alta demanda en el almacén.....	137
6.5.2 Cálculo de los Coeficientes de Correlación entre las ventas y los arribos por día.....	138
6.5.3 Planes para personal operativo	141
7. CONCLUSIONES	144
8. BIBLIOGRAFÍA	147
ANEXOS.....	149

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Valores premuéstrales de varianza de las variables del modelo	34
Tabla 2. Valores del tamaño de la muestra según la variable	34
Tabla 3. Porcentajes de arribos por hora durante un día de demanda baja	61
Tabla 4. Porcentajes de arribos por hora durante un día de demanda normal	62
Tabla 5. Porcentajes de arribos por hora durante un día de demanda alta	62
Tabla 6. Distribuciones de probabilidad que describen el comportamiento de las variables ..	76
Tabla 7. Distribuciones de Tiempo medio entre arribos por cliente en un día Tipo I.....	76
Tabla 8. Distribuciones de Tiempo medio entre arribos por cliente en un día Tipo II	77
Tabla 9. Distribuciones de Tiempo medio entre arribos por cliente en un día Tipo III.....	77
Tabla 10. Proporciones y probabilidades utilizadas en el modelo de simulación	78
Tabla 11. Turnos de un día de demanda baja.....	88
Tabla 12. Resultados de la Simulación para un día de demanda baja	89
Tabla 13. Tasa de clientes atendidos en un día Tipo I por hora	90
Tabla 14. Resumen de la Simulación para un día de demanda Tipo I	91
Tabla 15. Porcentajes de Utilización de los Cajeros por hora en día tipo I.....	91
Tabla 16. Porcentajes de Utilización de los Recursos en caja en día Tipo I.....	92
Tabla 17. Turnos de un día de demanda normal.....	92
Tabla 18. Resultados de la Simulación para un día de demanda normal.....	93
Tabla 19. Tasa de clientes atendidos en un día Tipo II por hora	94
Tabla 20. Resumen de la Simulación para un día de demanda Tipo II	94
Tabla 21. Porcentajes de Utilización de los Cajeros por hora en día tipo II	95
Tabla 22. Porcentajes de Utilización de los Recurso en días Tipo II	95
Tabla 23. Turnos de un día de demanda alta.....	96
Tabla 24. Resultados de la Simulación para un día de demanda alta	97
Tabla 25. Tasa de clientes atendidos en un día Tipo III por hora	97
Tabla 26. Resumen de la Simulación para un día de demanda Tipo III	98
Tabla 27. Porcentajes de Utilización de los Cajeros por hora en día Tipo III.....	98
Tabla 28. Porcentajes de Utilización de los Recursos en caja en día tipo III	99

Tabla 29. Comparación de los Resultados de la Simulación con los Informes de Productividad de un día tipo I	101
Tabla 30. Comparación de los Resultados de la Simulación con los Informes de Productividad de un día Tipo II	106
Tabla 31. Comparación de los Resultados de la Simulación con los Informes de Productividad de un día Tipo III	111
Tabla 32. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de caja rápida en un día tipo I	121
Tabla 33. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de caja rápida en un día tipo II	122
Tabla 34. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de caja rápida en un día tipo III	123
Tabla 35. P-valores del impacto de la política de caja rápida de las tablas ANOVA por tipo de día	124
Tabla 36. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de personal polivalente en un día tipo I	125
Tabla 31. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de personal polivalente en un día tipo II	126
Tabla 38. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de personal polivalente en un día tipo III	127
Tabla 39. P-valores del impacto de la política de personal polivalente de las tablas ANOVA por tipo de día	127
Tabla 40. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de política de pesaje en un día tipo I	129
Tabla 41. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de puntos de pesaje en un día tipo II	130
Tabla 42. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de puntos de pesaje en un día tipo III	131
Tabla 43. P-valores del impacto de la política de puntos de peaje de las tablas ANOVA por tipo de día.....	132
Tabla 44. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la recomendación de combinación de las políticas en un día tipo I	135

Tabla 45. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la recomendación de combinación de las políticas en un día tipo II.....	136
Tabla 46. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la recomendación de combinación de las políticas en un día tipo III	136
Tabla 47. Valores estimados de beta (β) por hora en un día tipo I	139
Tabla 48. Valores estimados de beta (β) por hora en un día tipo II	139
Tabla 49. Valores estimados de beta (β) por hora en un día tipo III	140

LISTA DE CUADROS Y GRÁFICAS

	pág.
Cuadro 1. Compañías de Retails con mayores ventas en el mundo.....	40
Cuadro 2. División del Grupo Perecederos.....	57
Cuadro 3. División del Grupo No Perecederos (continuación)	58
Cuadro 4. Elementos del Software (continuación).....	74

	pág.
Gráfica 1. Porcentaje del número promedio de artículos comprados por cliente	29
Gráfica 2. Comportamiento de arribos de clientes en un día de demanda baja	63
Gráfica 3. Comportamiento de arribos de clientes en un día de demanda normal	64
Gráfica 4. Comportamiento de arribos de clientes en un día de demanda alta	64
Gráfica 5. Gráfica comparativa de las operaciones en caja en los 3 tipos de días	100
Gráfica 6. Gráfica comparativa de los porcentajes de tiempo activo en los 3 tipos de días	100

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estrategia de distribución de los Retails.....	39
Figura 2. Sistema M/M/1.....	50
Figura 3. Sistema M/M/2.....	51
Figura 4. Sistema M/M/1/7.....	51
Figura 5. M/M/1 con servidores en Paralelo.....	51
Figura 6. M/M/1 con servidores en Serie.....	52
Figura 7. Cadena de Suministros de Megatiendas Express.....	55
Figura 8. Organigrama de Megatiendas Express.....	56
Figura 9. Prueba de múltiples medias de StatGraphics para identificar los tipos de días.	61
Figura 10. Proceso de Operaciones en caja.....	67
Figura 11. Proceso de Compras en la Sección de Abarrotes.....	69
Figura 12. Proceso de Compras en la Sección de Fruver.....	70
Figura 13. Proceso de Compras en la Sección de Carnes.....	71
Figura 14. Proceso de compras en el Almacén.....	73
Figura 15 Esquema conceptual de la Simulación.....	73
Figura 16. Entidades del modelo de Simulación.....	79
Figura 17. Locaciones del Supermercado utilizadas en la Simulación.....	80
Figura 18. Contenido de una caja registradora.....	81
Figura 19. Recursos utilizados en el modelo de Simulación.....	81
Figura 20. Proceso de Tasas de arribos de clientes.....	83
Figura 21. Proceso de salidas de clientes del punto de pesaje.....	83
Figura 22. Proceso de cambio de colas.....	84
Figura 23. Funcionamiento de un Sistema de cajas rápidas.....	118
Figura 24. Funcionamiento de Política de Pesaje.....	120

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Tamaño muestral cuando la población es finita.....	33
Ecuación 2. Número de réplicas del modelo de Simulación.....	87
Ecuación 3. Estimación Lineal sin constante	139
Ecuación 4. Estimación de los arribos	141

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Validación de los datos con la herramienta Stat::Fit de Promodel ®.....	150

GLOSARIO

CAJA RÁPIDA: caja de atención a clientes, donde pueden ser atendidos solo si llevan un número determinado de artículos.

CAJERO(A): es una persona responsable de sumar la cantidad debida por una compra, cargar al cliente esa cantidad y después, recoger el pago por las mercancías o servicios proporcionados.

COOPERADO: persona encargada de empacar y realizar tareas de apoyo a los cajeros.

FRUVER: Sección del supermercado donde se vende todo lo relacionado con frutas y verduras.

PERSONAL POLIVALENTE: empleado que puede realizar múltiples tareas.

PLAN DE CONTINGENCIA: son las medidas que se toman en caso de que suceda un hecho no planificado en lo que se tenía previsto. Por ejemplo Variaciones inesperadas de demanda en una hora.

POLÍTICA DE PESAJE: Política que permite la apertura de puntos de pesajes, donde a los clientes se les pesa los productos sin código de barras y, se les entrega una bolsa con un ticket con los productos pesados, para agilizar el pago en caja.

POS: Un sistema POS es normalmente la combinación de un sistema computarizado, un software específico de POS (Point of Sell por sus siglas en inglés, punto de venta en español), un monitor, una gaveta para el efectivo, un escáner de código de barras, un lector de tarjetas de crédito (o un lector de tiras magnéticas), una impresora de recibos, un teclado u otros periféricos, empleado para gestionar el proceso de venta por un vendedor.

RENDIMIENTO OPERACIONAL: índices del rendimiento de las operaciones de un negocio en términos de eficiencia, productividad, ventas en un periodo, nivel de servicio, etc.

VARIABLES DEPENDIENTES: son las variables de respuesta que se observan en el estudio y que podrían estar influenciadas por los valores de las variables independientes.

VARIABLES INDEPENDIENTES: variable que puede cambiar libremente su valor, así como el primero, sin que su valor se vea afectado por alguna otra(s) variable(s).

RESUMEN

El modelo de Simulación aplicado describe en forma general el proceso de compra de productos por parte de los clientes, desde su arribo al almacén, considerando el tiempo que se demora comprando en el almacén, hasta su posterior atención en caja. Los días de simulación fueron tres específicamente, un día que representará el comportamiento del almacén en días de demanda baja, normal y otro que lo describiera en días de demanda alta (quincenas y días especiales de alta concurrencia de clientes). Además, el modelo evalúa el impacto de las políticas de pesaje, personal polivalente (personal del departamento de Operaciones y Logística que puede realizar tareas de los cajeros) y cajas rápidas en el rendimiento operacional del negocio, dando lugar a la medición de las variables dependientes e independientes que se relaciona con el caso de estudio y, que permiten validar el modelo frente a datos que reflejan el comportamiento real de las operaciones realizadas en POS (Point of Sale, Puntos de Ventas) en la empresa. Así mismo se midieron parámetros de interés en la organización como lo son promedio de porcentaje de tiempo ocioso y activo del personal de cajas, el número de clientes que puede atender cada cajero por hora, promedio de tiempo de permanencia en el Almacén, entre otros.

Se realizaron comparaciones, entre escenarios donde se midió la implementación y la no implementación de las políticas antes mencionadas. Esto se llevó a cabo con el fin de evaluar que tan eficientes resultaba ser colocar puntos de pesaje y cajas rápidas para el descongestionamiento de las colas y crear planes de contingencia frente a aumentos inesperados de demanda.

El modelo fue validado a través de herramientas estadísticas como StatGraphics y Auto::Fit de Promodel® y, confrontándolo con datos reales de los Informes de Productividad de los cajeros elaborados a diario en Megatiendas, esto con el propósito de corroborar que el modelo tuviese validez y además cerciorarse que describiera de forma adecuada el comportamiento del supermercado en días de demanda baja, normal y alta.

Palabras claves: cajas rápidas, personal polivalente, plan de contingencia, políticas de pesaje, POS, rendimiento operacional, variables dependientes, variables independientes.

INTRODUCCIÓN

Megatiendas express, sector Prado, es uno de los supermercados de mayor concurrencia en la ciudad de Cartagena, entre uno de los atractivos que tiene, se destacan los precios bajos de los productos que ofrece en comparación con las otras cadenas de supermercado y tiendas mayoristas de la ciudad.

Además de los bajos precios, los clientes consideran que dentro de un buen nivel de servicio, la rápida atención en caja y el permanecer el menor tiempo posible en alguna cola es de suma importancia, debido que es uno de los factores que influye a que en el sistema se atiendan un mayor número de clientes que se espera utilicen el servicio durante cierto periodo de tiempo.

En Colombia se han llevado a cabo múltiples trabajos de simulación con el fin de describir y analizar el comportamiento de las operaciones de un supermercado (específicamente las operaciones en cajas). Uno de ellos fue el realizado por “Ma. Constanza Cabrero Riaño aplicado en el supermercado MERCATODO en la ciudad de Bogotá”¹, donde la propietaria del supermercado deseaba evaluar el rendimiento de las cajas registradoras en un día de pago quincenal, donde el arribo de clientes incrementaba con respecto a días de venta normales o festivos.

El objetivo de la Simulación era: establecer si el número de cajas con las que contaba en su momento eran suficientes para prestar un servicio eficiente a sus clientes o por el contrario necesitará cajeros adicionales.

En el caso de Megatiendas Express por ser un supermercado de mucha afluencia de compradores, el ofrecer un servicio eficiente y lograr que el rendimiento operacional del negocio (principalmente el de las cajas) sea el adecuado, ayudará en la consecución de los objetivos de ventas en un período determinado.

Las inconsistencias que se puedan presentar por espera y pesaje de la mercancía en caja hacen que el tiempo de atención al cliente aumente, haciendo que el tiempo de permanencia en cola de los demás clientes en espera sea mayor y, mucho más cuando la demanda es más alta de la esperada en el supermercado en cierto intervalo de tiempo.

En el negocio se ha tratado de establecer una política de pesaje, que consiste en puntos de pesajes que se colocan con el fin de agilizar el pago en las cajas, en los cuales a los clientes les pesan sus productos sin código de barras y se les hace entrega de una bolsa con un ticket con el precio de los mismos para que solo tengan que ser registrados una sola vez en el sistema automático (scanner) de caja. En la actualidad no están operando los puntos de pesaje y los han colocado muy pocas veces.

¹ Manual de prácticas de simulación de sistemas discretos con Promodel ©. María Constanza Cabrera Riaño. Pontificia Universidad Javeriana. 2009

Muchos clientes han manifestado su inconformidad a la Directiva Comercial, debido a que no opera un sistema diario de cajas rápidas, que les permitiría no esperar mucho tiempo en cola, cuando solo llevan una cantidad pequeña de productos (un estimativo de menos de 10 artículos).

En base a los resultados del rendimiento operacional de las cajas que actualmente se obtiene en un Informe de Productividad diario de las mismas, se ha considerado la idea de replantear el enfoque para estandarizar el promedio de ventas de un cajero por hora. En la actualidad sólo se ha establecido cierto estándar de venta, sin considerar el porcentaje de tiempo activo y ocioso que tiene un cajero durante una hora de atención al cliente.

El tener en cuenta los tiempos de actividad y ocio permiten trazar alternativas para aumentar la eficiencia de los cajeros, buscando el número adecuado de ellos en operación cada hora y, por ende determinar el número de empacadores para realizar tareas de apoyo en caja como empaque, limpieza, etc.

La Simulación fue utilizada como una alternativa provechosa para el desarrollo del proyecto de grado. Después de una minuciosa toma de datos y validación de los mismos, la validación del modelo a través de pruebas de hipótesis de comparación de medias y varianza, permitió corroborar que el modelo se ajustaba a la realidad del sistema.

El modelo de Simulación funciona como una herramienta para la creación de planes de contingencia frente a posibles variaciones inesperadas en el comportamiento de la demanda, que les permita a los directivos de Megatiendas tomar las medidas necesarias para prestar un buen nivel de servicios a sus clientes (descongestionando las colas por ejemplo). Además sirve el modelo como un instrumento para experimentar diferentes escenarios como lo son: el supermercado operando con puntos de pesaje, cajas rápidas, sin puntos de pesaje, sin caja rápida, en fin todos los posibles escenarios que se puedan presentar en las operaciones del negocio.

1. MARCO GENERAL DEL PROYECTO

En este capítulo se describe las generalidades del proyecto y, la contextualización de la investigación, detallando el tipo de investigación utilizado en el proyecto, la situación actual de la empresa, la formulación del problema, la justificación que permitió que se llevara a cabo el proyecto, la pregunta de investigación, los objetivos que se buscaron alcanzar con el desarrollo de cada uno de los incisos del trabajo; se describe el diseño metodológico general, la formulación de la hipótesis que se probó y por último se muestra la manera como se financió el proyecto de investigación.

1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.

Durante el desarrollo del trabajo de grado se llevó a cabo una investigación de tipo descriptiva, a razón que los estudios e investigaciones descriptivas se enfocan en el conocer, para poder realizar una descripción real pertinente de la situación existente, para posteriormente hacer, modelar y aplicar en algún área específica de interés a estudiar.

La investigación descriptiva implicó el uso de conocimientos establecidos. En nuestro estudio se hizo uso de conocimientos relacionados con Simulación (teóricos y, prácticos en el manejo de software de simulación), teoría de colas, Estadística y otros necesario en la investigación para diseñar, construir, operar y por supuesto aplicar en el caso de estudio desarrollado, siendo este, el rendimiento operacional de una empresa minorista a raíz de la implementación de políticas administrativas.

1.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL SUPERMERCADO

Megatiendas Express, es una empresa dedicada a la compra y venta de víveres y abarrotes al por mayor y por menor. En MEGATIENDAS EXPRESS, sector Prado, actualmente hay un departamento de Operación y Logística encargado de todos los procesos de operaciones de la empresa relacionados con la operación de cajas (programación de turnos de los cajeros y control de las actividades de los mismos), recibo y control de inventarios, programación de actividades de mantenimiento correctivo y preventivo y, de reparaciones locativas y personal operativo general en la empresa. El departamento debe velar por el cumplimiento de las responsabilidades operativas de los trabajadores y, por ende su buen funcionamiento, que junto al esfuerzo de los otros departamentos impactan en la consecución de un buen rendimiento operacional de la empresa).

Hoy en día la empresa cuenta con una sección de venta de frutas y verduras (FRUVER), una sección de venta de Carnes, secciones de productos no perecederos (que incluye Alimentos, Aseo del hogar, Aseo personal, Básicos, Bebidas y cigarrillos y, Marcas propias), una sección dedicada a la venta mayorista, una cafetería, diez bloques de estantería para diversos productos.

En la sección de FRUVER (frutas y verduras), hay una amplia variedad de frutas y verduras disponibles para la compra de los clientes. La sección está dividida en dos grandes zonas una parte donde se encuentra los surtidos de frutas y la otra donde se encuentran las verduras. La sección funciona como un autoservicio, donde existen 4 balanzas de pesaje y una persona encargada del corte de tubérculos grandes (yuca y ñame), esta política del corte de los tubérculos se estableció con el fin de evitar riesgos para en clientes, pues podrían sufrir alguna herida al momento de cortar el producto.

Las secciones de FRUVER y productos no perecederos, funcionan como un autoservicio; las personas se dirigen hasta estos puntos y, de acuerdo a su gusto pesa la cantidad necesaria de fruta, verdura, arroz, leche en polvo y otros productos que requieran pesar. En el caso de la sección de FRUVER, si solo desean yuca o ñame se dirigen hacia la persona encargada del corte y pesaje de los mismos y, él entrega las cantidades que piden los clientes.

Las balanzas de pesaje en la sección de FRUVER y productos no perecederos (arroz, azúcar, frijoles, detergentes), constan de una balanza mecánica, donde las personas colocan sobre la superficie del plato de la balanza la cantidad que desea comprar.

Por otra parte, en la sección de Carnes el cliente realiza su pedido a cualquiera de los empleados de la sección, y él (el empleado de ventas de carnes) a través de una política de turnos, se dirige a alguna de las balanzas electrónicas y pesa la cantidad de carne que el cliente solicita. La balanza emite un 'ticket' que se coloca sobre la bolsa que contiene el pedido, donde se aprecia el código de barras, el peso y la cantidad a pagar.

En la sección de Carnes hay 11 servidores con balanzas electrónicas y, en la sección de productos no perecederos como azúcar, leche en polvo, arroz, detergente en polvo, etc. hay 2 básculas mecánica para el pesaje de los mismos.

Cabe aclarar que como la balanza es mecánica, no arroja ninguna especie de 'ticket' que permita conocer el peso y el precio de la fruta y/o verdura que el cliente comprará.

Al momento del cliente llegar a cualquiera de las cajas para cancelar. Si la bolsa con el producto o cualquier producto tiene código de barras, el (la) operario(a) de caja solo timbra la bolsa (o el artículo) y de inmediato queda registrada la compra

en el sistema de caja, por el contrario, si la compra proviene de la sección de FRUVER o simplemente no tiene código de barras, el (la) operario(a) debe colocar la compra en la balanza de caja para pesar de nuevo el producto e ingresar el código del producto, y posteriormente queda registrada la compra en el sistema de caja.

Hay en la sección de cajas 29 de las mismas en capacidad para ser operadas para la atención de los clientes; 20 cajas ubicadas en la parte delantera del almacén y 7 en la parte trasera y, 2 ubicadas en la sección de Mayoristas.

La programación de turnos de los cajeros se hace en base del presupuesto de ventas por hora y, en caso que se requiera más cajeros de los programados por inasistencia de un cajero a tiempo o durante cierto horario la demanda es más alta de la esperada, se recurre a usar personal del departamento de Operaciones y Logística disponible que maneje el sistema de caja para colaborar en la función de cajero(a).

En el supermercado existe una política de pesaje, que consiste en que si la demanda de clientes es más alta de la esperada y hay mucha congestión en el almacén, se procede a abrir un punto de pesaje, donde el cliente va con sus productos (sin código de barra), se les hace el respectivo pesaje y se le coloca un 'ticket' en la bolsa donde son colocados (contaría como un solo producto al ser registrado en caja), esto con el fin de agilizar el pago en caja y, descongestionar las colas en caja.

Actualmente no funciona un sistema de cajas rápidas diario, que consistiría en que con un número pequeño de productos los clientes podrían dirigirse allí y, de esa forma se descongestionarían las colas en caja. Muchas han sido las quejas y reclamos de clientes que han manifestado su inconformidad a la Directiva Comercial, al tener que esperar mucho tiempo en cola, cuando solo van a pagar pocos artículos en cualquiera de las cajas.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A diferencia de los productos que tienen código de barra, cuando el (la) cajero(a) va a registrar la compra proveniente de la sección de FRUVER, productos no perecederos (sin código de barras) o cualquiera de los productos que no tenga código de barra, necesita pesar de nuevo el producto en la báscula de la caja e introducir su código. En ocasiones cuando el cajero no conoce el código del producto o no es observable a simple vista, según información obtenida del departamento de Auditoría de Megatiendas, se requiere de un tiempo en espera aproximado de 1,5 minutos para conocer el código en la sección de Operación y Logística, esto es un tiempo considerable y más cuando la demanda es alta en el supermercado.

En promedio un cajero(a) registra [16 productos/min]² (promedio de productos registrados en caja con y sin código de barra); sin embargo, se puede presentar algún elemento que no está dentro del ciclo normal de operaciones en caja (bloqueos en el sistema u otros), esto lleva a que el tiempo promedio de operación en caja aumente.

Contrario al pesaje de productos en caja, el solo hecho de timbrar la compra por medio de un sistema automatizado de timbre cuando el producto posea su respectivo código de barras, significa que solo se demore en promedio [2 segundos]³ para ser registrado, a diferencia de un producto sin código de barras, en el que el cajero(a) se demora entre [5 y 9 segundos]⁴ para registrarlo, lo que representa aproximadamente un 62,5% de tiempo mayor que los productos con código de barra.

En un estudio de tiempo realizado en Megatiendas Express, se obtuvo el resultado del número promedio de artículos comprados por un cliente. La gráfica 1, muestra el número de artículos que en promedio lleva un cliente de acorde a estudios internos de auditoría. Teniendo en cuenta que diariamente no funciona un sistema de cajas rápidas, se debe considerar la idea de colocar cajas rápidas con mayor frecuencia, idealmente ubicarlas a diario, a razón que en un estimativo (según los resultados del estudio de tiempo desarrollado en este proyecto) , el 46% de los clientes compra menos de 10 artículos (cantidad de artículos que cabrían en una canastilla de compra) y, podría servir para el descongestionamiento de colas que se presentan en las cajas en días donde hay una alta concurrencia de clientes.

La poca disponibilidad de personal del área operativa y logística que pueda apoyar en la labor de atención en caja durante los intervalos de alta demanda, hace que el tiempo promedio de espera de un cliente para ser atendido en caja sea más elevado, tomando a consideración que según estudios internos de la empresa un cajero(a) se demora 3,10 minutos en atender a un cliente.

Otro caso relacionado con la variabilidad de demanda se presenta cuando esta es baja y, programan más cajeros de lo realmente es requerido, por lo tanto los cajeros según estudios realizados pasan aproximadamente un 49% de tiempo ocioso, particularmente en las horas de la tarde (en un lapso de 4:00 p.m. a 8:00 p.m.).

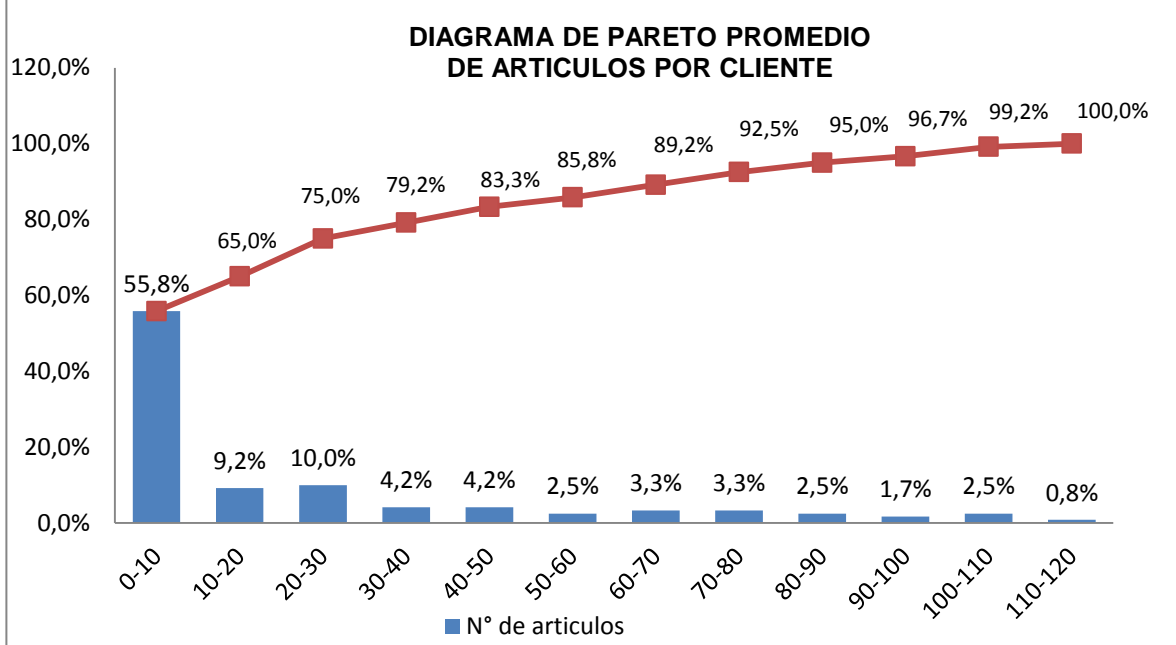
Esto genera aumento en los costos por ocio de los cajeros, analizando que la eficiencia de los cajeros son medidos en base a su tiempo efectivo en la operación de caja y, al cumplimiento de un estándar de venta establecido por la empresa.

² Datos obtenidos del Departamento de Auditoría de Megatiendas. Auditor Jorge Morales

³ Datos obtenidos del Departamento de Auditoría de Megatiendas. Auditor Jorge Morales

⁴ Datos obtenidos del Departamento de Auditoría de Megatiendas. Auditor Jorge Morales

Gráfica 1. Porcentaje del número promedio de artículos comprados por cliente



Fuente: Departamento de Operaciones y Logística – Megatiendas Express

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Es muy importante tener en cuenta que el cliente es la razón principal de una empresa, y dar respuesta a sus requisitos y exigencias se hace necesario e imprescindible, de hecho sin clientes no hay empresa y de no haber empresa no hay trabajo, por lo que tener en cuenta la satisfacción de este, es una prioridad para cualquier negocio.

En un supermercado como Megatiendas Express, de tanta concurrencia de clientes, el considerar el rendimiento operacional en términos de tiempo promedio de permanencia en cola, tiempo promedio de atención al cliente, entre otras variables independientes y dependientes aplicables, es de trascendencia para lograr que la empresa pueda lograr de la mejor forma sus objetivos, conociendo que estos se basan en la consecución de ventas.

Con base a lo anterior se justificó la necesidad de evaluar las políticas de pesaje, personal polivalente y cajas rápidas establecidas en el negocio.

Fue de suma importancia el conocer el rendimiento actual de las operaciones del sistema caso de estudio, para proponer alternativas de mejora en las operaciones del negocio.

La simulación es una herramienta que nos permite aproximarnos con mucho detalle al comportamiento real del sistema y, la podemos utilizar para realizar planteamientos tales como (¿qué pasaría si...?). Además es una herramienta con la cual podemos ahorrar tiempo en la investigación, debido a que no es necesario modificar el sistema real físico para poder evaluar cualquier mejora aplicable a considerar en el caso de estudio pertinente.

1.5 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál sería el impacto en el rendimiento operacional al evaluar las políticas de pesaje, personal polivalente y cajas rápidas en empresas minorista (caso Megatiendas express) a través de un modelo de simulación que describa las operaciones de la empresa y, permita simular mejoras que puedan contribuir con dicho rendimiento?

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

Construir un modelo de simulación, validándolo estadísticamente, para la evaluación del impacto de las políticas de pesaje, personal polivalente y cajas rápidas en el rendimiento operacional de empresas minorista. Caso Megatiendas express-sector Prado.

1.6.1.1 Objetivos Específicos

- Describir los procesos de compras en las diferentes secciones de venta en Megatiendas express, esquemáticamente, con el fin de mostrar como son las operaciones de compras en el Supermercado.
- Tomar y registrar datos de las variables dependientes e independientes vinculadas al sistema, con técnicas estadísticas de recolección de datos, para ajustarlas a sus respectivas distribuciones.

- Construir un modelo de simulación utilizando un software de simulación, para describir las operaciones de venta del Supermercado.
- Validar el modelo de simulación que describirá el sistema de las operaciones de Megatiendas express comparándolo con datos reales del rendimiento actual del sistema en estudio, con el fin de garantizar que el modelo se ajuste a la realidad.
- Aplicar el modelo de simulación en Megatiendas Express, simulando escenarios de diferentes tipos de días, para proponer mejoras y poder crear planes de contingencias frente a variaciones de demanda de clientes.

1.7 ALCANCE DEL TRABAJO

El trabajo encierra un panorama de la situación actual, esto es, la descripción de los procesos en Megatiendas express en cada una de sus secciones, es decir, Fruver, carnes y Abarrotes.

Con la investigación se registraron datos reales de las operaciones relacionadas con el objeto de estudio, es decir, se hizo en primera instancia una toma minuciosa de datos de las variables a considerar en el proyecto, posterior a ello realizaron los análisis estadísticos y validación de los datos que nos sirvieron para la construcción y aplicación del modelo estudiado.

Para la construcción, validación y aplicación del modelo se usó el software de simulación SIMIO ®, así como de la herramienta estadística Auto::Fit de Promodel ®. El modelo se buscó ajustar a la realidad del sistema objeto de estudio, para su futura aplicación y propuesta de mejoras en la evaluación de las políticas a considerar en el caso de investigación, a saber, MEGATIENDAS EXPRESS Cartagena.

El modelo sirve como una herramienta para simular diferentes escenarios de operaciones en los días considerados de demanda baja, media y alta, permitiéndole al usuario que maneja la herramienta, prever el comportamiento y rendimiento del negocio con base a indicadores de productividad que se construyeron en el modelo. No solo se podrá apreciar cuantitativamente el rendimiento del negocio en cualquier día, también para efectos de la toma de decisiones de manera rápida y efectiva, se construyeron gráficas que muestran la evolución de los indicadores en intervalos de tiempo.

1.8 MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio y posterior análisis del modelo se tomó como base el diseño de experimento de simulación, es un diseño descriptivo, donde se procedió a:

1.8.1 Definición de las variables dependientes e independientes Las variables dependientes e independientes que se consideraron para su posterior análisis y que están relacionadas con el comportamiento del supermercado, son las siguientes:

1.8.1.1 Variables independientes

Las variables independientes que se definieron para el modelo fueron:

- Tamaño poblacional (N), representado por el número potencial de clientes que realizan sus compras en el almacén. En Megatiendas se tiene en cuenta que hay dos fuentes de arribos uno es la entrada principal y la otra es la entrada trasera, ubicada al lado del parqueadero del negocio.
- Tasa de arribos de clientes (λ). Que es la tasa media de arribos de clientes que se tomó por hora, desde las 7 a.m hasta las 8 p.m
- Tiempo entre arribos ($1/\lambda$), que es el tiempo promedio entre arribos de clientes.
- Tiempo promedio de servicio ($1/\mu$), tiempo promedio de servicio en caja por cliente. Es el tiempo que en promedio demora un cajero en atender un cliente.
- Tasa de servicio (μ), número medio de clientes que son atendidos por un cajero en una unidad de tiempo.

1.8.1.2 Variables dependientes

Las variables dependientes son aquellas variables respuesta de las variables independientes, en el estudio algunas de las variables dependientes que se tuvieron en cuenta fueron:

- Número medio de clientes en cola en las cajas durante un día de demanda baja, media y alta.

- Tiempo medio de espera de los clientes en la cola.
- Porcentaje de tiempo activo de los cajeros y cooperados.
- Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros y cooperados.

1.8.2 Metodología de recolección de datos.

Se estableció un diseño metodológico para recolección de datos, teniendo en cuenta la población a la cual se debía dirigir para la toma de datos y el cálculo del tamaño muestral para cada una de las variables consideradas para la construcción del modelo.

1.8.2.1 Población de estudio La población de estudio fueron aquellos clientes que hacen sus compras en MEGATIENDAS EXPRESS, sector Prado en Cartagena. Se acudió a los informes de productividad de la empresa para conocer cuál era el número promedio de clientes que compraban en el Almacén.

1.8.2.2 Recolección de datos y determinación del tamaño de muestra Se elaboró un estudio premuestral para cada variable del modelo, para ello se tomó una muestra piloto de 30 datos de cada variable y posterior a ello se calculó el tamaño de cada muestra siguiendo la ecuación 1, que es la ecuación para calcular el tamaño de la muestra cuando la población es finita:

Ecuación 1. Tamaño muestral cuando la población es finita

$$n = \frac{N * (Z_{\alpha/2})^2 * S^2}{E^2 * (N - 1) + (Z_{\alpha/2})^2 * S^2}$$

Donde N es el tamaño poblacional promedio de clientes que compran en el almacén, S^2 es la varianza encontrada en los 30 datos tomados en la premuestra, $Z_{\alpha/2}^2$ corresponde al valor normalizado del nivel de confianza del estudio al cuadrado y E^2 es el error máximo esperado en el cálculo.

Para conocer el tamaño poblacional (N) promedio de clientes que realizan sus compras en el almacén, se utilizaron los pronósticos de ventas, para calcular el valor promedio de la población. Aparte de calcular el tamaño promedio de la

población, se establecieron según el comportamiento de ventas los días considerados de demanda baja (día tipo I), demanda normal (día tipo II) y demanda alta (día tipo III).

Después de calcular realizar un estudio estadístico de diferentes tipos de días, se calculó que en promedio el número de clientes que se atienden en el almacén es de 2402.

Se calcularon de igual forma las varianzas premuéstrales de cada variable, sus valores se encuentran en la Tabla 1.

Luego de tener el valor promedio de la población de clientes y los valores de las varianzas, para un nivel de confianza del 80% (debido a la considerable variabilidad de los datos) el valor de $Z_{\alpha/2}$ es $-1,28$ y con un error del 10%, establecido por los investigadores, los valores de tamaño de muestra para cada variable se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 1. Valores premuéstrales de varianza de las variables del modelo

Variable	Varianza (S^2)
Tiempo general en el almacén personas sin carrito	14,13
Tiempo general en el almacén personas con carrito	15,13
Nº de artículos por cliente (persona sin carrito)	10,83
Nº de artículos por cliente (persona con carrito)	15,57
Tiempo de timbrado de un producto	0,31
Pago en efectivo	0,55
Pago con tarjeta	0,12
Pago con otros medios	0,67
Tiempo para terminar de empacar	0,31

Fuente Elaboración propia.

* Los tiempos están expresados en minutos

Tabla 2. Valores del tamaño de la muestra según la variable (continuación)

Variable	Tamaño de muestra
Tiempo general en el almacén personas sin carrito	1181
Tiempo general en el almacén personas con carrito	1222
Nº de artículos por cliente (persona sin carrito)	1022
Nº de artículos por cliente (persona con carrito)	1239
Tiempo de timbrado de un producto	50
Pago en efectivo	87

Variable	Tamaño de muestra
Pago con tarjeta	19
Pago con otros medios	105
Tiempo para terminar de empacar	50
Fuente Elaboración propia.	

Para la medición del comportamiento de los arribos fue necesario analizar su comportamiento por hora durante las 13 horas de operación del negocio, desde las 7:00 a.m. hasta las 8:00 p.m. en un día de demanda baja, normal y alta, tomando y registrando datos y apoyándose en el análisis de las tasas de arribantes por hora durante los 3 tipos de día, que se observó en el Informe de ventas diarias del supermercado. Este Informe detalla el número de clientes que son atendidos por hora y el total de ventas en las mismas.

Los datos de los arribos fueron tomados teniendo en cuenta cada cuanto tiempo llegaba un cliente al supermercado (fueron registrados como λ , arribantes al negocio, siendo en cada evento igual a 1 y $1/\lambda$, tiempo entre arribo de las personas) y la decisión que tomaba de ir a la zona de carritos o de canastillas, esto se realizó con el fin de determinar la proporción de personas que realizaban compras con carrito y sin carrito.

La toma y registro de los datos de los arribos fue llevado a cabo tanto en la Entrada principal como en la entrada trasera del almacén, en un lapso de 13 horas, que es el tiempo de operación del supermercado.

La consideración que se tuvo en cuenta, fue que al supermercado ingresaban dos o más personas a realizar un solo mercado, por lo tanto fueron registrados como (1) un solo cliente que compraba.

Durante la toma de datos de los arribos se observó que no hubo abandono del almacén por parte de los clientes. Todos entraban a realizar sus compras.

1.8.3 Validación de los datos y elección de las distribuciones adecuadas de los parámetros aleatorios Para la validación de los datos se utilizó la herramienta Stat::Fit de Promodel ® y, de igual se hará uso del software para la elección de las distribuciones adecuadas que describan el comportamiento de cada una de las variables.

Para todas las distribuciones estadísticas utilizadas en el modelo de Simulación, se manejó la prueba de 'Independence test' de Stat::Fit y para conocer la distribución que mejor se ajustaba al comportamiento de los datos se usó la herramienta Auto::Fit de Promodel ®.

1.9 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La **Hipótesis general** planteada fue: construyendo un modelo de Simulación que describiera las operaciones de un supermercado se podría evaluar sus políticas de caja rápida, personal polivalente y punto de pesaje, y su **Hipótesis de trabajo** fue: la evaluación de las políticas podrían brindar una alternativa de mejora en el rendimiento operacional del negocio y, por ende en los procesos de atención a los clientes del almacén, buscando que la implementación de dichas políticas busquen impactar en los indicadores de rendimiento de la empresa.

1.10 FINANCIACIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Los materiales que se van a utilizar en el desarrollo del trabajo son:

Recursos humanos: Estudiantes que desarrollan el proyecto (Joned Chica y José Zapata), Profesor tutor de proyecto (Jairo R. Coronado), Auditor de Procesos de Megatiendas (Jorge Morales), delegado para el seguimiento del proyecto.

Recursos físicos: Cronómetros, Literatura que concierne a la Simulación, Software de Simulación SIMIO®.

Recursos económicos: Licencia estudiantil del software de Simulación SIMIO (25 dólares estadounidenses)

Nota: Por ser una licencia estudiantil, su utilización solo es permitida para fines investigativos. Se les propondrá a los representantes de Megatiendas Express la adquisición de una licencia comercial, si quieren hacer uso del software SIMIO. Con el fin que puedan hacer uso del software y del contenido de este proyecto como una herramienta comercial para propósitos privados y en base a los resultados obtenidos crear planes de acción con respecto a las políticas evaluadas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ESTADO DEL ARTE

Kok et al. (2.006) hacen una revisión de la literatura sobre los procesos de planificación de surtido en la actividad del comercio minorista. Parten de declarar la importancia del proceso de planificación del surtido afirmando que este tiene un alto impacto en el nivel de ventas y consecuentemente también en la utilidad neta, es por ello que tanto administradores, como empleados y proveedores de software se han enfocado en esta tarea recientemente. Mencionan entre otros detalles, modelos de optimización para la planificación del surtido y modelos y metodologías para la estimación de la demanda, los cuales varían entre los distintos autores citados debido a factores como los datos disponibles que tiene cada uno y el contexto de la aplicación.

Rusmevichientong et al. (2.008) también hacen estudio acerca del proceso de surtido, usan un modelo de programación dinámica para decidir el surtido óptimo de productos que maximice las ganancias de la compañía, bajo restricciones de capacidad y de presupuesto. Utilizan un modelo de decisión multinomial *logit* para representar la demanda. Parten del problema más sencillo donde dado un conjunto de productos, cada uno con un margen de ganancia y una demanda estimada se debe decidir sobre la elección de un subconjunto de estos productos con el fin de salir a una estantería con capacidad determinada, problema ya trabajado por los clásicos, McFadden (1.974), Ben-Akiva y Lerman (1.985) y Anderson et al. (1.992).

Por su parte, Agrawal y Smith (2.008) enfocan su atención en la importancia de los sistemas de inventarios en la industria del retail. Presentan la formulación general de los modelos de inventario de revisión periódica y de revisión continua. Dado que la gran mayoría de cadenas minoristas emplean tecnologías de scanner en los puntos de venta, ello los provee de acceso en tiempo real a información sobre el nivel de ventas y de inventarios, situación que refleja un sistema de revisión continua. Sin embargo, los contratos con los proveedores a menudo han establecido los pedidos con itinerarios predefinidos, además los sistemas de ERP del minorista son actualizados periódicamente, haciendo que los sistemas de revisión periódica sean más apropiados para modelar los sistemas de inventarios de los minoristas y que estos autores aplican en su trabajo. Posteriormente, definen importantes aspectos relativos al modelo, como la demanda y el *lead time*. Modelan la demanda como una distribución de Poisson, la cual afirman que es la más apropiada para sistemas de inventario con revisión continua, sin embargo admiten que muchos estudios empíricos anteriores, han demostrado que la demanda en el comercio minorista tiene más variabilidad que la distribución de Poisson.

Reynolds et al. (2.005) llevan a cabo un estudio con el fin de identificar los factores que influyen en la productividad del sector del retail en el Reino Unido, a su vez hacen un comparativo con sus pares en otros países, especialmente en Estados Unidos, Francia y España. Utilizan métodos tales como la revisión de estudios publicados acerca del tema y entrevistas a participantes de esta industria en el Reino Unido con el fin de identificar medidas de productividad comúnmente usadas en el sector del retail, especialmente por los administradores de los negocios con el fin de mostrar la eficiencia y la efectividad de sus compañías a los stake holders externos e internos. Tienen en cuenta importantes factores que influyen en la competitividad global del sector, como por ejemplo las tasas de impuestos del Reino Unido, o los costes de transporte en este país. Concluyen mencionando que aspectos como los altos costes de las propiedades y de los arriendos hacen que la rentabilidad de las operaciones de las compañías sea mucho menor, también proponen mejoras para aumentar la productividad de la planta laboral.

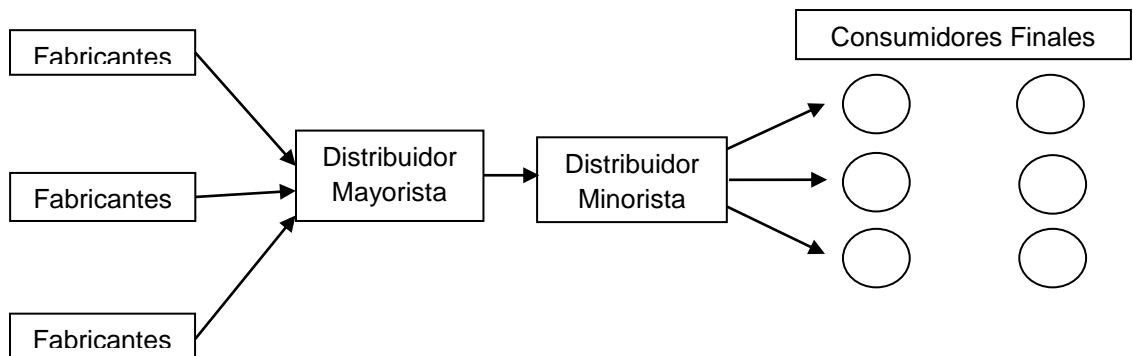
Vallette et al. (2.009) describen como la simulación puede ser usada en la industria del retail. Definen tres tipos de aplicaciones potenciales de la herramienta de simulación en esta industria: en la evaluación de distintas políticas de inventario, la programación de la planta laboral y la evaluación de estrategias de surtido. Hacen un caso de estudio del proceso de descargue en bodega de los insumos y mercancías en una gran cadena minorista. Mediante este estudio desarrollan un modelo de simulación con el que intentan responder preguntas tales como ¿hay los suficientes trabajadores en el área de descargue de las mercancías?, ¿se descargan la cantidad suficiente de determinada mercancía con el fin de tener inventario necesario en bodega?, y ¿es necesario reprogramar los turnos en la zona de descargue a fin de disminuir los tiempos ociosos?. Al igual que todos los estudios donde se aplica la herramienta de simulación, en este, los resultados no arrojan valores óptimos, sin embargo, le servirán de ayuda a la administración de la cadena minorista a la hora de tomar decisiones relacionadas con las preguntas anteriormente citadas.

Miwa y Takakuwa (2.008) desarrollan un modelo de simulación en el software ARENA con el fin de analizar el comportamiento del comprador (usuario), específicamente los tiempos de espera en las cajas registradoras y los niveles de congestión en las distintas secciones del almacén. Utilizan datos recogidos a diario en los puntos de venta. La lógica les permitió dar como supuesto básico que el flujo del recorrido del usuario dentro del establecimiento se da en cinco pasos: primero, el usuario llega al establecimiento; segundo, el usuario selecciona los productos; tercero, el usuario se hace en línea de espera en la caja registradora; cuarto, el usuario cancela la compra; y quinto, el usuario se retira del establecimiento. Definen las entidades (los usuarios), y las distintas locaciones (secciones). Posteriormente definen dos indicadores de desempeño, el tiempo de espera promedio por cliente y el nivel de congestión entre las distintas secciones del almacén.

2.2 INDUSTRIA DEL RETAIL

El retail consiste en la comercialización de bienes físicos en un espacio determinado como una bodega, local comercial, boutique, entre otros. Generalmente el negocio se basa en que las grandes superficies compran los productos en grandes cantidades (lotes o costales) a los fabricantes o distribuidores de los mismos y los revenden en menores cantidades al consumidor final, haciendo del retail una parte necesaria y esencial de la estrategia de distribución, como lo muestra la Figura 1.

Figura 1. Estrategia de distribución de los Retails



Fuente: Elaboración Propia

Esta industria es el negocio privado más grande del mundo con ventas superiores a los 6,6 trillones⁵ de dólares, lo cual al ubicarse en contexto es algo aproximado al Producto Interno Bruto nominal de Japón (5,8 trillones de dólares) o unas veinte veces el PIB nominal de Colombia (280 billones* de dólares).

Es una industria que mueve grandes cifras, las compañías más grandes poseen tiendas alrededor del mundo, varias de ellas bien conocidas, entre muchas otras, aparecen en el Cuadro 1.

*

⁵ Se debe hacer una aclaración con respecto al uso de los nombres de estas cifras. En el idioma inglés el significado de billón o trillón difiere del español. Pues en español el billón equivale al millón de millones, mientras que en el inglés equivale a mil millones. Por motivo de la fuente de la cuál provienen los datos se usa el significado del inglés para estos casos. Se hace referencia entonces al PIB de Colombia, por ejemplo:

280 billones de dólares = 280.000 millones de dólares.

Cuadro 1. Compañías de Retails con mayores ventas en el mundo

en Billones* de USD					
Compañía	País	Ventas	Ganancias	Activos	Cap. Bursátil
Wal-Mart Stores Inc	EEUU	421	16,4	180,7	187,3
Target Corp.	EEUU	67,4	2,9	43,7	35,7
CostCoWholesale	EEUU	82	1,4	25,7	31,7
Dollar General Corp.	EEUU	12,7	0,5	9,4	9,8
Carrefour Group	Francia	120,6	0,5	70,9	31,2
Tesco	Reino Unido	79,6	3,5	70,1	50,5
Falabella	Chile	8,7	0,8	14,1	22
Macy's	EEUU	25	0,85	20,6	10
PPR	Francia	19,6	1,3	32,4	19
NordstrmInc	EEUU	9,7	0,61	7,5	9,7
Isetan Mitsukoshi	Japón	13,8	-0,6	13,2	4,4
Metro AG	Alemania	90,2	1,1	47	23
X5 Retail Group	Rusia	9,1	0,17	6	10,9
Magnit	Rusia	5,6	0,28	2,5	11,7
Soriana	México	7,6	0,23	5,6	6,1

Fuente: 2.000 Global Leading Companies 2.011, Revista Forbes

En la lista resalta la cadena estadounidense Walmart. Esta compañía fundada por Sam Walton, es la cadena minorista más grande del planeta con más de 8.500 almacenes en 15 países, apareciendo listada en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) con una capitalización bursátil de 187 billones de dólares, y ganancias netas de 16,4 billones de dólares. Al igual que otras grandes cadenas minoristas tienen estandarizados sus procesos y sus métodos en los negocios a nivel mundial, a pesar de que los nombres y los formatos de venta suelen cambiar de país en país, es así como en Puerto Rico funciona como Sam's Club, en Reino Unido como Asda o en México como Walmex.

Aunque se observa que las cadenas más grandes son de países desarrollados (EEUU, Reino Unido, Francia, Japón), esta industria es también relevante en países en vías de desarrollo y con economías emergentes debido al gran campo que posee para su crecimiento en los años venideros, producto de un auge del consumo de una población que cada vez asciende más en la escala de ingresos. Ejemplo de ello es India, donde la industria del retail es la segunda mayor actividad económica tanto por generación de empleos como por facturación en ventas (*turnover*), solo superada por la agricultura. En este país la industria del retail contribuye con más del 10% del Producto Interno Bruto, sin embargo estas grandes cifras son impulsadas por el comercio no organizado. En el mediano

plazo y con unas fuertes inversiones, sería bastante probable que el comercio organizado creciera sustancialmente a causa de mejoras, tales como una mayor sistematización y una mayor calidad en la atención del servicio.

El retail es un servicio que varía según el formato como se esté prestando, por ejemplo en algunas ciudades del mundo el negocio es dominado aun por pequeñas tiendas de barrio, las cuales son muy diferentes al formato de las grandes cadenas, donde operan como autoservicio y aglomeran variedades de productos desde químicos y productos de aseo hasta alimentos de toda clase.

A continuación se muestra una clasificación de los formatos más conocidos de cómo opera esta industria. No obstante, se debe tener en cuenta que las distintas clasificaciones no son mutuamente excluyentes entre sí, muestra de ello es que una de ellas, los hipermercados, son un híbrido entre otras dos, los supermercados y las tiendas por departamentos.

Se muestra entonces a continuación los más importantes formatos dentro de la industria del retail:

2.2.2 Supermercados: este sistema está organizado a manera de autoservicio, suelen ocupar grandes superficies, donde albergan una vasta variedad de productos a menudo organizados en áreas o departamentos. Son surtidos por los fabricantes o por distribuidores mayoristas. Usualmente están ubicados en suburbios y zonas residenciales en general con el fin de estar lo más cerca posible del consumidor.

Para retener ganancias los supermercados intentan vender masivamente sus productos, los cuales después de contar los gastos administrativos y operacionales terminan siendo de bajo margen de utilidad.

Ejemplo de supermercado en las ciudades de nuestro país son Supertiendas Olímpicas, Surtimax, Megatiendas Express, entre muchos otros.

2.2.3 Tiendas por departamento: usualmente venden productos como ropa, cosméticos juguetes, libros, artículos electrónicos, etc. Suelen tener puntos de pago en frente de sus respectivas áreas en las que está dividida la tienda. Estos almacenes pueden pertenecer a una corporación o cadena de retail matriz.

En América Latina se destaca la cadena de almacenes Falabella, fundada en 1.889 en Chile por Salvatore Falabella, en estos más de cien años, la compañía ha logrado diversificarse hasta el punto que hoy además de atender su core business como tiendas por departamentos está también en el negocio de los servicios financieros, fabricación de vestuario y agencia de viajes. Está presente

en Chile, Argentina, Colombia y Perú. En nuestro país es propietaria de Sodimac Homecenter.

2.2.4 Hipermercados: son unas superestructuras resultado de una combinación entre supermercado y tiendas por departamentos, diseñados en teoría para permitirle al usuario conseguir cualquier cosa que necesite en un solo viaje. Al igual que los supermercados están diseñados bajo un sistema de autoservicio.

En Colombia se destaca en esta rama Almacenes Éxito S.A. quienes tras varios procesos de adquisiciones han absorbido otras cadenas de hipermercados como Almacenes Vivero. Almacenes Éxito posee 351 puntos de ventas a lo largo del país (incluye supermercados e hipermercados) y sus utilidades netas ascendieron a 42.000 millones de pesos en el año 2.011.

2.2.5 Tiendas de descuento: venden productos a menudo a un precio inferior al de los demás minoristas. En nuestro país no existe el formato como tal, lo más parecido es Makro, y está no es propiamente una cadena de tiendas de descuentos. En los Estados Unidos se destacan en esta clasificación varias cadenas de minoristas:

Target, tiene 1.767 almacenes en los Estados Unidos, y está próxima a expandirse a Canadá a partir de 2.013 tras haber adquirido la cadena Zellers por 1.800 millones de dólares. Sus tiendas son áreas de hasta 15.000 metros cuadrados, a veces divididos en distintos niveles, siguen la estructura de distribución de planta denominada big box store layout. Desde el año 2.004 las nuevas tiendas Target incluyeron en sus plantas Starbucks café, Pizza Hut Express y Target Pharmacy (siendo esta última operada por la misma Target Corporation).

Costco, también es una cadena minorista del ramo de las tiendas de descuento, presente en EEUU y en otros siete países. Costco también se enfoca en precios bajos y muy altos volúmenes. Es precisamente las ventas en volúmenes altos lo que les permite grandes reducciones en sus precios de ventas. A menudo este modelo de negocio influye en sus políticas con sus proveedores (los fabricantes de los productos), debido a que una vez el precio de fábrica supera cierto tope, Costco se rehúsa a seguir sacándolo en vitrina. Esta situación se presentó en Noviembre del año 2.009 con los productos de The Coca Cola Company (Coca Cola, Coca Cola Light, Coca Cola Zero, Sprite, NesTea, entre otros).

BJ's Wholesale Club, también opera en el ramo de las tiendas de descuento en los estados de la Costa Este de Estados Unidos. Han adherido restaurantes, estaciones de servicio y gasolineras a las zonas exteriores a sus almacenes. Su forma de operación es similar a los dos anteriores.

2.2.6 Outlet: este es un formato donde el mismo fabricante comercializa sus productos. En su gran mayoría se encuentran dentro de esta clasificación productores de compañías textiles, las cuales tras dar por finalizada una determinada temporada, deciden ofrecer a la venta determinadas prendas de las pasadas colecciones a precios con altos descuentos. No necesariamente comercializan en grandes cantidades, factor que les da una clara diferencia de las tiendas de descuentos.

Es un modo de operación del retail bastante conocido y popular en nuestro país, asentado principalmente en las grandes capitales, en donde existen malls y centros comerciales propiamente para manejar el formato de outlet, podemos encontrar entre ellos, El Único en Barranquilla y Cali, Mayorca en Medellín, Centro Comercial Bima en Bogotá.

2.3 PROCESOS BÁSICOS DE LA INDUSTRIA DEL RETAIL

2.3.1 Proceso de Compras: el proceso de compras es muy importante y relevante en la industria del retail. Básicamente cubre tres funciones que definirán durante el mediano y el largo plazo las operaciones relacionadas con este proceso:

- Negociar contratos
- Programar compras
- Establecer condiciones de venta.

En una empresa manufacturera normalmente el proceso de compras involucra la adquisición de materias primas, suministros y componentes para la empresa, por lo general estos componentes, partes y suministros representarán aproximadamente el 50% del costo de venta del producto final elaborado. El precio de venta de un producto es el precio al que fue comprado, más el costo de las transformaciones y los procesos a los cuales fue sometido con el fin de agregarle valor. En estas empresas unas reducciones en el costo de adquisición se podrían traducir en un impacto muy favorable para sus utilidades.

En contraste, en las empresas comerciales, incluyendo a los distribuidores minoristas, los precios de ventas se verán modificados toda vez que se establezcan nuevas políticas de compra con los proveedores. Se utiliza además, el margen de ganancia como un indicador primario del desempeño de un producto o de cierta línea de productos. Este margen de ganancia propio de cada producto o línea de producto reflejará después la utilidad final que deja la actividad.

Por lo general el establecimiento de comercio minorista adquiere las mercancías en grandes cantidades, sean lotes, a distribuidores mayoristas o a los mismos productores, a través de sistemas y medios electrónicos, en donde especifican las distintas fechas, cantidades y referencias de productos requeridos.

Las actividades concernientes al transporte y envío (incluyendo la logística que estos requieren) suelen ser desarrolladas por el proveedor (fabricante o distribuidor mayorista), en este proceso ellos tendrán bajo su poder las mercancías hasta hacer la entrega al comerciante minorista en el punto de recepción de la bodega de almacenamiento, ya posteriormente la mercancía pasa a estar en bajo administración del comerciante minorista y este procede a darle su debido almacenamiento y manejo, con el fin de ser puesto más adelante a la venta al consumidor final.

2.3.2 Proceso de almacenamiento y manejo: este proceso abarca todo lo relacionado con la custodia y control de los materiales e insumos dentro de la bodega, antes de que estos salgan a las estanterías para ser comercializados.

El proceso de almacenamiento y manejo debe estar diseñado para desarrollar a un nivel óptimo todas las operaciones manipulación de los materiales e insumos, manteniendo al mismo tiempo los más altos niveles de seguridad para los individuos que laboran en esta área.

2.3.3 Principios básicos de toda bodega⁶:

- La custodia fiel y eficiente de los materiales e insumos debe encontrarse siempre bajo la responsabilidad de un equipo, o en su defecto de una persona encargada del proceso de almacenamiento.
- Se debe llevar un registro diario de las transacciones de entrada y salidas de la bodega de almacenamiento.
- Preferiblemente solo debe existir una puerta de entrada y una puerta de salida, ambas con su respectivo control.
- Es necesario informar a control de inventario, compras y contabilidad los movimientos diarios de entrada y salida del almacén.

⁶ CARDOZO G., DUARTE A., GARNICA L., Gestión Efectiva de Materiales, Ediciones Tecnológica de Bolívar. Cartagena, Colombia

- Debe haber un proceso de identificación a cada uno de los materiales o insumos que se almacenan, el cual debe ser preferiblemente sistematizado.
- Cada material o insumo se tiene que ubicar según su clasificación e identificación, en pasillos, estantes y espacios marcados con una nomenclatura que facilite la colocación en el lugar y su localización, para cuando sea necesaria su búsqueda.
- La entrada a la bodega, debe estar preferiblemente restringida a toda persona que no esté asignada a labores en ella, y las personas previamente autorizadas, se les debe acompañar dentro de su estancia.
- La disposición de los materiales e insumos dentro de la bodega se deberá ajustar a las variables de seguridad, facilidad de despacho, rotación, control, etcétera.
- El área ocupada por los pasillos respecto al área total de la bodega debe ser tan pequeña como lo permitan las condiciones de operación dentro de ellas.

2.3.4 Proceso de colocación y surtido: es desarrollado a menudo por equipos de merchandising dentro de la compañía. El proceso de surtido suele ser a veces desarrollado subjetivamente teniendo en cuenta factores relevantes como el nivel de ventas de cierto producto, el cual es consecuencia de las preferencias y los distintos gustos del consumidor. También es posible utilizar métodos de mayor complejidad con el fin de optimizar el surtido modelando los criterios de decisión de distintos tipos de clientes como los muestra Kok et al. (2.006).

A menudo la forma en cómo se organiza el surtido en los puestos de los almacenes suele cambiar con el fin de darles a los clientes nuevas impresiones, ello también facilita la introducción de nuevos productos, exactamente amoldando a estos en nuevos lugares en las estanterías.

2.3.5 Proceso de promoción y marketing: abarca todas las actividades relacionadas con fomentar e impulsar las ventas, manteniendo aun margen de ganancias en la operación. Se comprende que por ser una de las industrias donde existe mayor competencia entre sus participantes, es un proceso clave a la hora de llevarlo a cabo.

A pesar de que todas las compañías dedicadas a esta actividad persiguen el mismo objetivo en este sentido, el cual es aumentar sus ventas, las estrategias que cada una llevan a cabo suelen ser muy diferentes, especialmente dentro de

los distintos formatos de comercio minorista que se pueden identificar. Las condiciones de la industria, la naturaleza competitiva de esta misma, y las fortalezas y debilidades de cada compañía dedicada a la actividad del retail hacen que cada situación relacionada con el desarrollo de una estrategia de mercadeo sea única.

El proceso en sí suele comenzar desde la toma de la decisión relacionada con la localización del establecimiento, pues a la hora de tomar esta decisión, el nivel esperado de ventas es una de las variables que más peso tendrán. Posteriormente, después de estar el establecimiento instalado y operando, surge la tarea de mantener un nivel de ventas sólido, lo cual implica el desarrollo de estrategias y políticas relacionadas con el mercadeo y la promoción. Aunque como se mencionó anteriormente las estrategias de marketing y promoción suelen variar entre las distintas compañías, existen dos puntos clave que repercutirán de manera significativa los niveles de venta.

- La tasa de crecimiento de las ventas en el largo plazo.
- Las fortalezas que tiene determinada compañía con respecto a la competencia.

2.4 SIMULACIÓN POR PROCESOS⁷

La simulación es la imitación de la operación de un proceso de la vida real. En la simulación se lleva a cabo la generación de una historia artificial de un sistema y la observación de la misma con el fin de hacer inferencias concernientes a las características del sistema real.

2.5 ELEMENTOS DE LA SIMULACIÓN⁸

Los elementos Utilizados en simulación discreta son:

Entidad: es la representación de flujos de entrada al sistema, es el elemento responsable de que el estado del sistema cambie. Las entidades pueden ser los clientes que llegan al cajero de un banco, las piezas que llegan a una determinada estación para ser transformada, entre otros muchos ejemplos.

⁷ BANKS, CARSON, NELSON y NICOL. Discrete Event System Simulation, 5th Edición, Pearson Education.

⁸ GARCIA E., GARCIA H., CÁRDENAS L., Simulación de sistemas con Promodel, Ed. Pearson Educación, México D.F., México.

Estado del sistema: es la condición que guarda un sistema bajo estudio en un momento de terminado. Representa una “fotografía” de lo que está pasando en el sistema en ese instante.

Evento: es un cambio en el estado actual del sistema. Por ejemplo la entrada o salida de una entidad, la finalización de un proceso en un equipo, la reactivación o interrupción de una operación o la descompostura de una máquina.

Locaciones: son todos aquellos lugares en los que la pieza puede detenerse para ser transformada o esperar a serlo. Las locaciones pueden ser bandas transportadoras, máquinas, estaciones de inspección, etcétera.

Recursos: son aquellos dispositivos, necesarios para llevar a cabo una operación. No deben confundirse con las locaciones. Un ejemplo de ello, una persona que realiza la inspección a una estación y toma turnos de descanso. Otro ejemplo puede ser una herramienta que es necesaria para realizar un proceso, pero que no forma parte de una localización específica, sino que solo es trasladada cuando se presenta el requerimiento.

Atributos: Son características de las entidades. Los atributos son muy útiles para diferenciar entidades sin necesidad de generar una entidad nueva.

Variables: Son condiciones cuyos valores se crean y modifican por medio de ecuaciones matemáticas y relaciones lógicas.

Reloj de la simulación: es el contador de tiempo de la simulación y su función consiste básicamente en responder preguntas tales como cuánto tiempo se ha utilizado el modelo en la simulación y cuánto tiempo se requiere que dure esta última.

2.6 PASOS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE SIMULACIÓN

Para el desarrollo de un proyecto de Simulación, se debe seguir una serie de pasos que permitirá que el proyecto tenga un orden específico y se puedan cumplir con los objetivos trazados. Los pasos siguen el siguiente orden:

- **Establecer Metas y objetivos:** la especificación de los objetivos es una de las fases más importantes de un proyecto y lógicamente también de un proyecto de simulación. Si los objetivos no están claros, o son poco concretos, existe el peligro de no abordar el problema para el cual ha sido solicitado el proyecto y a su vez no se cumpliría con las expectativas. Los objetivos nos servirán de guía a lo largo del estudio.

- **Definir el modelo:** Por modelo entendemos la representación de un sistema real, con el fin de estudiar su comportamiento. Estos deben tener solo aspectos esenciales del sistema que representan. Aquellos aspectos del sistema que no contribuyen significativamente en su comportamiento no se deben incluir.
- **Recolección de datos:** para tener buenos resultados, es condición indispensable tener buenos datos. Desafortunadamente, en muchas ocasiones no se dispone de toda la información y los datos necesarios, aun así se requiere dar respuestas a las preguntas planteadas. En estos casos es necesario efectuar hipótesis razonables en colaboración con el usuario final. Si los datos son limitados, o su calidad es dudosa, es conveniente ser prudente a la hora de extraer conclusiones en base a los resultados generados por el simulador. No obstante, aun en los casos en los que hay problemas con los datos, dichos resultados y el conocimiento adquirido durante el estudio de simulación siempre podrán aportar información valiosa para la toma de decisiones.
- **Construcción, verificación y validación del modelo:** en numerosos proyectos de simulación se dedica más esfuerzo a la construcción del modelo que a la resolución del problema. A menudo la obtención de un modelo ejecutable se convierte erróneamente en un objetivo prioritario. La estrategia dominante debería ser la comprensión del problema, el análisis de resultados y la obtención de soluciones. Para avanzar más rápidamente en la consecución de esos objetivos, es recomendable trabajar en forma progresiva y construir en primer lugar uno o varios modelos simplificados que capturen las partes más esenciales del sistema de interés. La **verificación** de un modelo consiste en comprobar que el modelo se ejecuta correctamente según las especificaciones. La **validación**, por su parte, consiste en comprobar que las teorías, hipótesis de trabajo, así como suposiciones son correctas. Los costes asociados a haber hecho una verificación y validación inadecuada pueden ser incalculables. Puede conducir a tomar decisiones perjudiciales, retrasar proyectos y asumir riesgos o gastos innecesarios.
- **Realización de experimentos:** como aspecto estratégico en la resolución de problemas de decisión en sistemas complejos, deberemos introducir aquí la planificación específica de nuestro entorno de experimentación a fin de poder administrar de forma razonable nuestros recursos a la hora de determinar cuáles serán las combinaciones de factores que caracterizan cada uno de los escenarios a simular. Entenderemos como escenario cada una de las configuraciones de niveles en los factores (parámetros) con los que desearemos evaluar o simular nuestro sistema. Así desarrollaremos una estrategia de tipo: *¿Qué pasa si?*, Esto conlleva a la manipulación de gran cantidad de información y la aplicación de técnicas de análisis estadístico.

- **Análisis de resultados:** este punto está muy atado y relacionado al punto anterior, y a partir de los distintos escenarios desarrollados mediante el análisis estadístico, debemos tratar de resolver en esta fase dos problemas principales: el marco temporal de nuestro estudio (cuales son los datos que vamos a recolectar de nuestra simulación) y la calidad estadística de los resultados.
- **Documentar y presentar los resultados:** Básicamente los objetivos perseguidos con la fase de documentación del proyecto de simulación
 - a) Reflejar el estado de un proyecto en un momento dado.
 - b) Informar sobre todo el proyecto (Documento final).
 - c) Facilitar la futura reutilización del modelo si esta fuera de interés.
- **Implementación:** esta fase trata sobre la toma de decisiones y aplicación de conclusiones como consecuencia del estudio de simulación. Un proyecto de simulación no tiene éxito si las mejoras o cambios que ha justificado técnica y económicamente no son posteriormente implementados. Para que las recomendaciones sean tenidas en cuenta, es necesario que el modelo sea creíble, no es suficiente con que el modelo sea válido. También es necesario que quienes vayan a tomar las decisiones estén convencidos de su validez. Esta credibilidad la conferirán tanto la calidez y la solidez del estudio realizado, como la seriedad y la experiencia del equipo que realiza la simulación.

2.7 TEORÍA DE COLAS

A diario la mayoría de las personas requieren llevar a cabo operaciones o diligencias sencillas, al menos en apariencia, tales como cambiar un cheque en un banco, ir al salón de belleza, hacer compras en un supermercado, etcétera. Todas estas operaciones tienen como característica que un conjunto de individuos, o sean clientes esperan para que les sea atendido por medio de un servicio. No solamente nos ocurre a las personas, pues, en un aeropuerto, varios aviones esperan para hacer su aterrizaje o despegue en la(s) pista(s), también en un proceso productivo algunas piezas esperan para ser reparadas o procesadas.

En el caso, por ejemplo del servicio en un banco, dada la aleatoriedad de las llegadas de los individuos, estos se agrupan en una línea de espera, con el fin de ser atendidos. Una vez finaliza el servicio estos se retiran, saliendo del sistema. En términos generales un sistema de líneas de espera se define como un conjunto de clientes, servidores y un orden en el cual son atendidos, siendo un proceso de nacimiento-muerte, donde se considera que un nacimiento ocurre cuando un cliente entra en las instalaciones del negocio para recibir un servicio; mientras que

una muerte ocurre cuando el cliente, una vez ha sido atendido, sale del establecimiento.

La teoría de líneas de espera, la cual tiene por objeto de estudio a estos sistemas, fue desarrollada a comienzos del siglo XX por el matemático danés Agner Krarup Erlang, quien laboraba en la compañía de teléfonos local, Copenhagen Telephone Compan y. Erlang comenzó a estudiar la espera de los clientes que solicitaban una llamada para ser atendidos⁹.

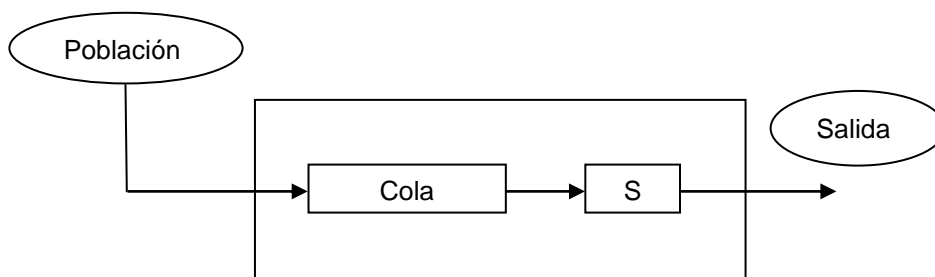
Para caracterizar un determinado sistema de líneas de espera se utiliza la notación de Kendall-Lee dada por seis características:

Arribos/ Servicio/ Cantidades de Servidores/ Capacidad del Sistema/ Tamaño de población/ Disciplina.

A su vez el sistema puede tener una configuración de los servidores (si es que hay más de uno en el sistema) en serie o en paralelo. Si están en serie cuando el cliente debe pasar en forma seguida por ellos para completar el servicio y salir del sistema. Estando en paralelo, todos los servidores ofrecen el mismo tipo de servicio y el cliente solo debe pasar por uno, siendo el cliente un individuo racional, que escogerá ya sea el servidor con la cola vacía, el servidor de la cola menos llena, o en su defecto el servidor más próximo a desocuparse.

Se tendrán por ejemplo, sistemas como siguen las siguientes figuras**:

Figura 2. Sistema M/M/1



⁹ IZAR LANDETA JUANM., Fundamentos de Investigación de Operaciones para Administración, Ed. Universidad San Luis Potosí, San Luis Potosí, México, 1.998.

Figura 3. Sistema M/M/2

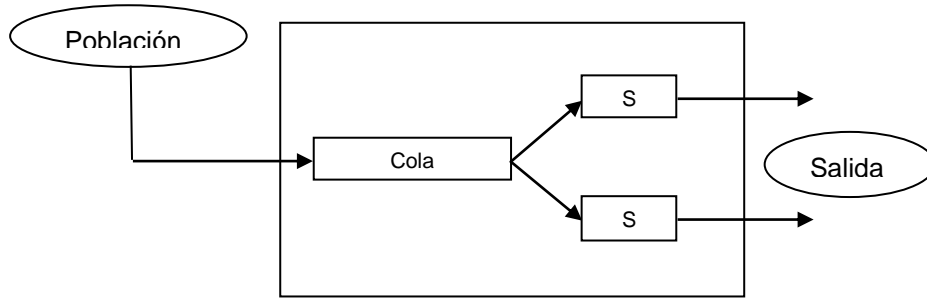


Figura 4. Sistema M/M/1/7

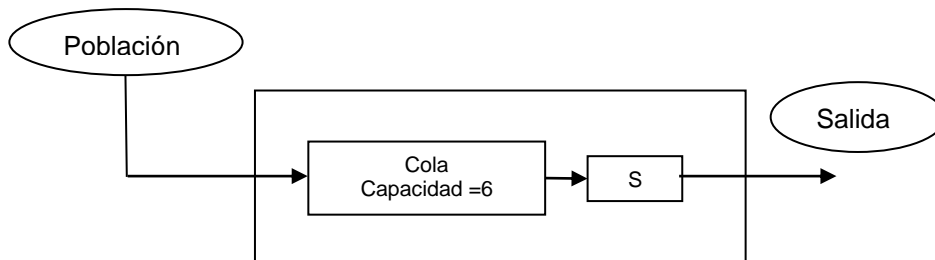


Figura 5. M/M/1 con servidores en Paralelo

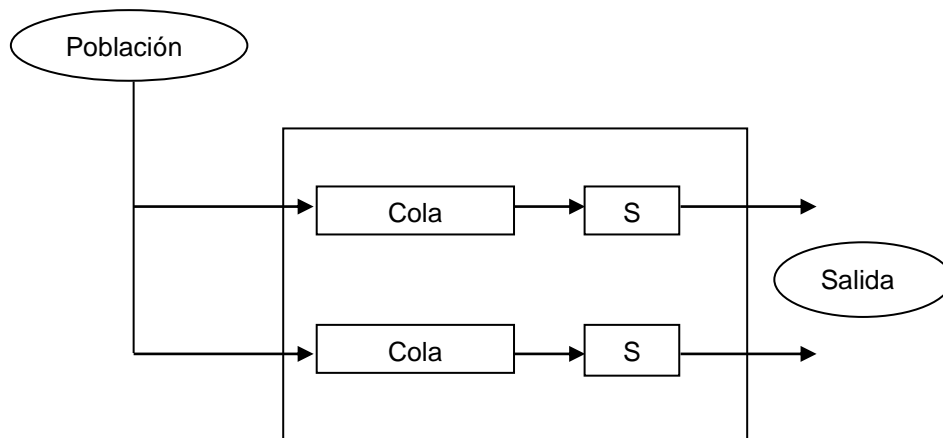
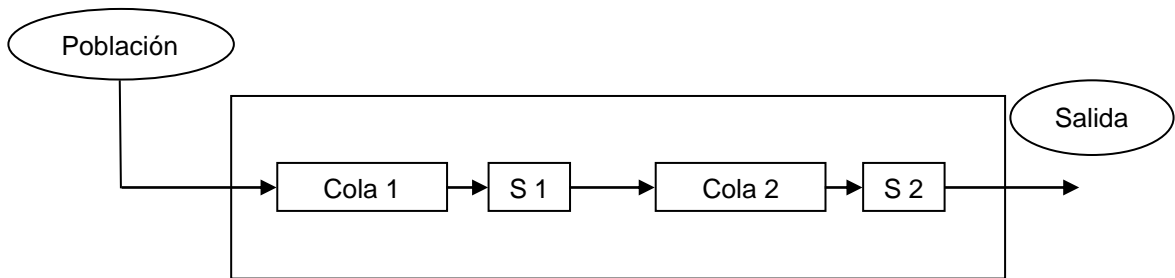


Figura 6. M/M/1 con servidores en Serie



**Fuente: Elaboración Propia (Figuras 2 al 6)

2.8 TERMINOLOGÍA USADA EN LA TEORÍA DE COLAS¹⁰

Proceso de llegadas: representa la entrada, la llegada del cliente al sistema. Sigue una distribución de probabilidad. Define el tiempo que transcurre entre las llegadas de un cliente y el siguiente.

Proceso de salida: También llamado proceso de servicio. Al igual que el proceso de llegadas sigue una determinada distribución de probabilidad, la cual rige el tiempo de servicio. En la mayoría de los casos, la distribución de los tiempos de servicio es independiente de la cantidad de clientes presentes en el sistema. Esto quiere decir que el servidor no tiene porqué trabajar más rápido por el hecho que hayan bastantes clientes.

Disciplina de la línea de espera: explica el método usado para determinar en qué orden se atenderán los clientes.

La más común es la **FCFS** (First Come, First Served), donde el primero en llegar es el primero en ser atendido, se decir se atiende según el orden de llegada. En contraste, en la disciplina **LCFS** (Last Come, First Served) los, clientes que llegaron más recientemente, fueron los primeros en pasar al servicio.

En la disciplina **SIRO** (Service In Random Order), el orden en que los clientes llegan no afecta el orden en el cual son atendidos.

Por último está la **disciplina de prioridad**. En esta categoría cada llegada tiene una categoría, posteriormente cada categoría recibe un nivel de prioridad, y dentro de cada nivel de prioridad los clientes entrarán en servicio FCFS.

¹⁰ WAYNE WINSTON, Investigación de Operaciones, Aplicaciones y Algoritmos. Thomson Educación. 4ta. Edición. México D.F., México. 2.006

3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DEL SUPERMERCADO

En este capítulo se encontrará las generalidades de la empresa, en términos de su misión, visión, modalidades de ventas, estrategia de ventas, cadena de suministro de los procesos de compras a proveedores. También se detallará la descripción de los procesos del supermercado, se mostrará cuáles son los procesos que los clientes realizan en cada una de las secciones del almacén, esto es, la sección de Fruver, Carnes y Abarrotes.

3.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

3.1.1 Misión

Trabajamos para conseguirles a nuestros clientes los mejores precios, calidad y servicio.

3.1.2 Visión

Seremos en el 2.015 la empresa de autoservicio independiente número uno en la costa Caribe Colombiana como la extensión del beneficio económico del tradicional mercado público en condiciones ambientales dignas.

3.1.3 La empresa en la actualidad, modalidades de venta

A continuación se explican las diferentes modalidades de venta que tiene la firma INVERCOMER S.A.S (Megatiendas Express). La empresa maneja básicamente 3 modalidades de venta que son Megatiendas supermayorista, COMERGRAC y el modelo en cual se basó el estudio, que es el modelo de supermercado.

3.1.3.1 Megatiendas supermayorista: Modelo mayorista fundamentado en un modo simplista administrativo de compra y venta de producto, dedicado a atender clientes de tienda. Su fortaleza es un fuerte posicionamiento en el comercio local de las tiendas y el envase y comercialización de aceites, logrando ubicarse como

uno de los negocios más fuertes en venta y entrega de productos especializados por su dinámica y atención personalizada con sus clientes, lo que le ha permitido ampliar un horizonte con proveedores que desean ingresar al mercado con sus productos.

3.1.3.2 COMERGRAC: Modelo mayorista, dedicado a la venta de productos comestibles de alta rotación, orientada a la venta a mayoristas de víveres y abarrotes y a empresas dedicadas a la fabricación de pan, en la costa y el resto del país, se ha logrado capitalizar un mercado con la fuerza de ventas de FAMAR, empresa ubicada en Ciénaga (Magdalena) que pasa por un momento de iliquidez y dificultades administrativas. Esta empresa produce subproductos, utilizados como materia prima en la fabricación de biodiesel, donde se ha tenido una incursión muy simple vendiendo estearina a ODIN, empresa de capital japonés.

3.1.3.3 MEGATIENDAS EXPRESS: Modelo minorista orientado a la venta de productos básicos de la canasta familiar, cuyo mercado objetivo son las amas de casa y en un porcentaje inferior a casinos; restaurantes (Sector institucional), con un gran potencial. Es el negocio de mayor crecimiento y proyección en la compañía, por lo que se tiene como estrategia abrir más unidades de negocio en la costa caribe.

3.2 ESTRATEGIA ADMINISTRATIVA

Tener un equipo sincronizado, con individuos altamente comprometidos, con actitud, conscientes de ejecutar sus tareas de forma oportuna (al día) y con capacidad de autoevaluarse midiendo su gestión y construyendo los indicadores que deberán fluir de forma vertical ascendente, de la división operativa en la base de la pirámide, hasta el vértice, donde la presidencia y la junta obtendrá toda la información para la toma de decisiones.

Conseguir la participación del individuo a través de equipos, conformados de manera cuidadosa en las diferentes divisiones, donde se formulen planes de trabajo y se evalúen los resultados, fijándose metas con lluvias de ideas, para luego ser tratadas en comités de gerencia implementando el plan de acción anual y de seguimiento mensual a todos y cada uno de los indicadores, buscando la mejora del servicio al cliente, el mantenimiento de la promesa básica de precios bajos y fortaleciendo patrimonialmente la empresa.

3.3 CADENA DE SUMINISTRO DE MEGATIENDAS

La cadena de suministros de Megatiendas, comienza desde la autorización de órdenes de pedidos a los proveedores del negocio, continúa con el transporte de mercancías al almacén, posteriormente se realiza el recibo y almacenamiento de la mercancía, surtido de la misma en las góndolas y exhibiciones en el punto de venta, posteriormente se procede a la facturación y venta de los productos en caja, de acorde a lo que requiera cada cliente.

La cadena de suministros de Megatiendas, se esquematiza en la figura 7.

Figura 7. Cadena de Suministros de Megatiendas Express



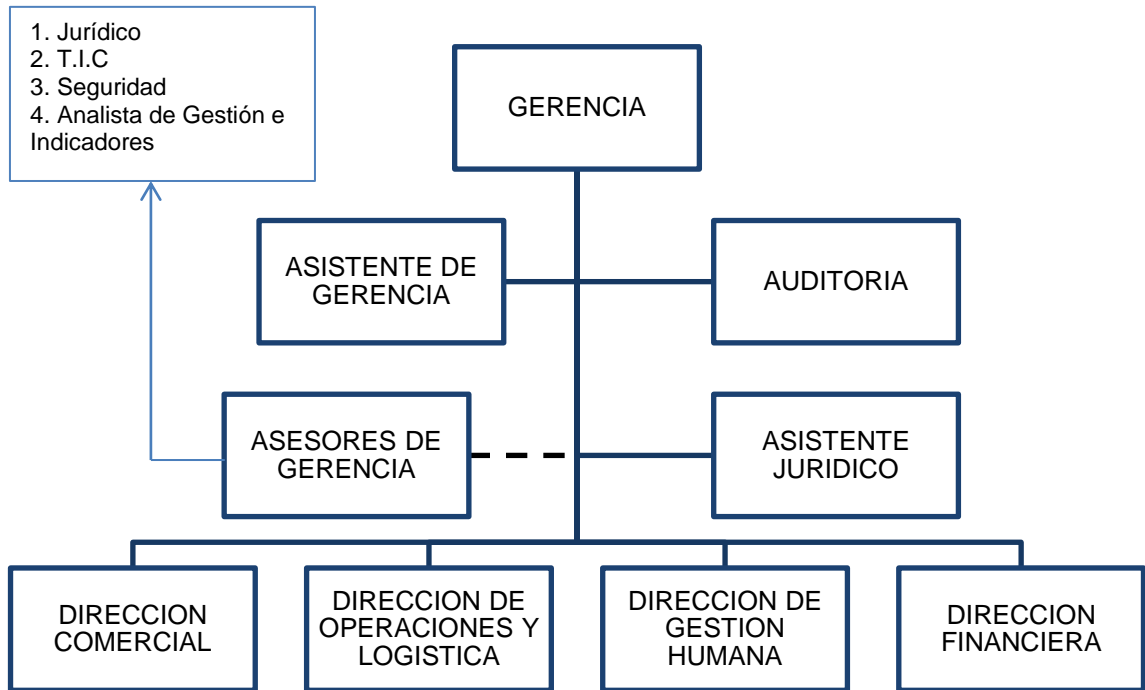
Fuente: Elaboración Propia

3.4 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

En Megatiendas hay una clara división de cada uno de los departamentos que conforman el organigrama general. Hay cuatro grande macro-procesos de dirección estratégica, que son Dirección Comercial, Dirección de Gestión Humana, Dirección de Operaciones y Logística y la Dirección Financiera.

En la figura 8 se muestra la estructura del Organigrama de Megatiendas Express, sector Prado.

Figura 8. Organigrama de Megatiendas Express



Fuente: Elaboración Propia

3.5 REFERENCIAS DE VENTAS

Los productos que se venden en Megatiendas Express, están categorizados en 2 grandes grupos, los Perecederos y los no perecederos. Los Perecederos son aquellos productos que por su naturaleza tienden a sufrir daños fácilmente o son susceptibles a perder sus propiedades durante un periodo corto de tiempo, como lo son las carnes, las frutas y verduras. Por su parte los no perecederos conservan sus características físico-químicos durante un considerable periodo de tiempo, como los abarrotos, detergentes, conservantes, etc.

En el cuadro 2 y 3 se muestra como está dividido los grupos perecederos y no perecederos respectivamente, a su vez cada grupo está dividido por categorías y,

cada categoría está dividida en una subcategoría de productos que son los que se venden en el almacén.

En el almacén se venden muchos productos que son comprados a micro-empresarios, con el fin de tener una gran variedad de productos que el cliente exige para su gusto.

Cuadro 2. División del Grupo Perecederos

GRUPO	CATEGORIA	SUBCATEGORIA
PERECEDEROS	CAFETERIA	HELADOS
		MASA DE MAÍZ
		PANADERÍA MEGA FRITOS
		PRODUCTOS CONGELADOS CAFETERÍA
	CARNES	CERDO
		PESCADOS Y MARISCOS
		POLLO
		RES Y SUS VÍSCERAS
	CARNES FRIAS	CARNES FRÍAS
	FRUVER	FRUTAS
		PULPAS DE FRUTAS
		VERDURAS
	LACTEOS	ALIMENTOS NIÑOS
		AREPAS
		AVENAS
		BOLLOS
		CONGELADOS
		GELATINAS
		JUGOS
		LECHES
MARGARINAS		
QUESOS		
SUERO		
YOGURES		

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 3. División del Grupo No Perecederos (continuación)

GRUPO	CATEGORIA	SUBCATEGORIA
NO PERECEDEROS	ALIMENTOS	CEREALES
		COMIDAS ENLATADAS
		COMPOTAS
		CONFITERIA
		ENCURTIDOS
		GALLETERIA
		MODIFICADORES DE LECHE
		NECTARES Y JUGOS
		PASABOCAS
		PASTAS
		REFRESCOS EN POLVO
		REPOSTERIA
		SALSAS
		SOPAS, CREMAS Y CALDOS
		TE Y AROMATICAS
		VINAGRES
		ASEO HOGAR
	AMBIENTADORES	
	BATERIAS	
	BETUNES	
	BLANQUEADORES	
	BOMBILLOS	
	BRILLA METAL	
	CERAS	
	DESECHABLES	
	DESINFECTANTES	
	DETERGENTES	
	ESPONJILLAS	
	FOSFOROS	
	INSECTICIDAS Y REPELENTES	
	JABONES DE LAVAR	
	LAVALOZAS	
	LIMPIADORES EN POLVO	
	LIMPIEZA DEL HOGAR	
LUSTRADORES		
MASCOTAS Y ACCESORIOS		
QUIMICOS		
SUAVIZANTES		
TRAPEROS, ESCOBAS Y CEPILLOS		

GRUPO	CATEGORIA	SUBCATEGORIA
		VARIOS
		VELAS
	ASEO PERSONAL	BOTIQUIN
		COPITOS
		CREMAS CORPORALES
		CUIDADO CAPILAR
		CUIDADO CORPORAL
		CUIDADOS DEL BEBE
		DESORODANTES
		FACIAL MASCULINO
		HIGIENE ORAL
		PAÑALES INCONTINENCIA
		PAÑITOS
		PAPELES HIGIENICOS
		TALCO PARA PIES
		TOALLAS HIGIENICAS
		BASICOS
	CAFÉ	
	CONDIMENTOS	
	ENDULZANTES	
	GRANOS	
	HARINAS	
	HUEVOS	
	LECHE EN POLVO	
	PAN	
	PANELA	
	SAL	
	BEBIDAS Y CIGARRILLOS	
		BEBIDAS ENERGIZANTES
		CERVEZAS
		GASEOSAS
		LICORES Y CIGARRILLOS
		SNAQS
		VINOS
	MARCAS PROPIAS	ACEITES
		ARROZ EMPACADO
		CEREALES DEL DESAYUNO
		CONDIMENTOS
		ENLATADOS DEL MAR
		ESPONJILLAS
		GELATINAS

GRUPO	CATEGORIA	SUBCATEGORIA
		GRANOS EMPACADOS
		PAPEL HIGIENICO
		SALSA
		SALSAS CONDIMENTADAS

Fuente: Elaboración Propia

3.6 ESTUDIO DE TIEMPOS

En esta parte del capítulo de la descripción de los procesos, se procedió a realizar un estudio de tiempo con el fin de estandarizar cada uno de los procesos del supermercado. Se realizó una toma de tiempos comenzando por los arribos y tiempo entre arribos de los clientes al almacén hora a hora, desde las 7 a.m hasta las 8 p.m. Los datos fueron tomados en diferentes días de demanda baja, media y alta, además de estandarizar el proceso de arribos de los clientes, se calculó cual era el porcentaje de arribos por hora en los 3 tipos de días.

Una vez descrito como era el proceso de arribos al almacén, se calcularon los tiempos estándares de las variables: tiempo que demora una entidad en el almacén, tiempo que demora un cajero en timbrar un producto, tiempos que se demora en registrar algún medio de pago (efectivo, tarjetas u otros). Paralelo a la estandarización de los tiempos, se hallaron las distribuciones de las variables: Número promedio de artículos que compra un cliente.

3.6.1 Proceso de arribos de clientes

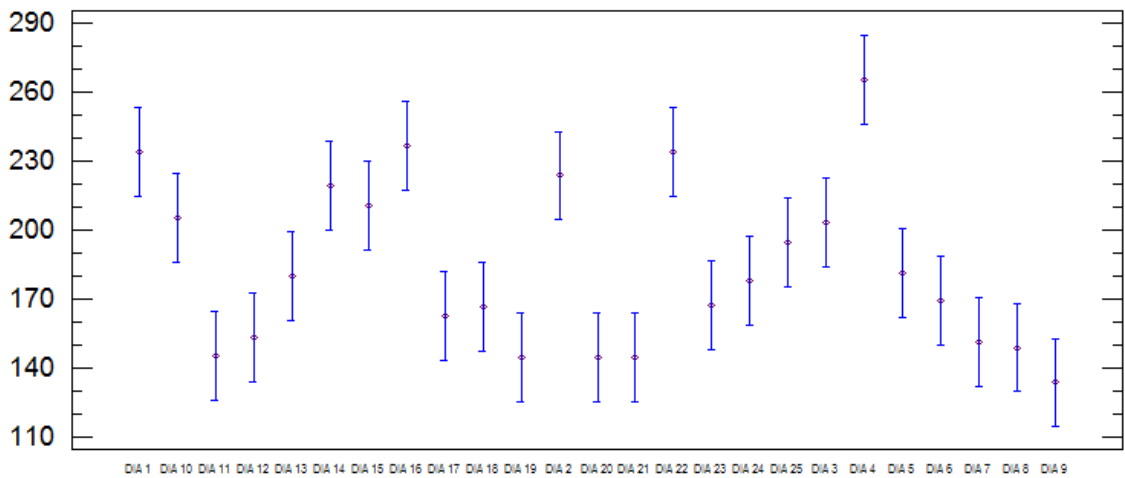
3.6.1.1 Identificación de los tipos de días

Para identificar los tipos de días de demanda baja, media y alta. Se tomaron los datos de arribos por hora de un mes completo y, con la ayuda de StatGraphics® a través de una prueba de comparación de múltiples medias, se observaron aquellos días que tuviesen un comportamiento similar de arribos. Junto con el Director de Operaciones y, con base al estudio de tiempos, se estableció que para un día de demanda baja en promedio arriban al almacén 1799 clientes o menos, en un día de demanda normal arriban en promedio entre 1.800 y 2.182 clientes y, en un día de demanda alta llegan al almacén en promedio 2.183 o más.

En la figura 9, se observa cómo se determinó la similitud del comportamiento de los arribos por tipo de día, con base a la prueba de múltiples medias de StatGraphics®.

Se calcularon los porcentajes de arribos por hora, que muestra el comportamiento de llegada de clientes al almacén durante un día de demanda baja, normal y alta. Los tiempos y los arribos fueron tomados durante todo el día, desde las 7 a.m hasta las 8 p.m. Las variaciones porcentuales de los arribos se encuentran respectivamente en las Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5.

Figura 9. Prueba de múltiples medias de StatGraphics para identificar los tipos de días



Fuente: Departamento de Operaciones y Logística – Megatiendas Express

Tabla 3. Porcentajes de arribos por hora durante un día de demanda baja (continuación)

Horario	% de Clientes del día
7 a.m - 8 a.m	6%
8 a.m - 9 a.m	9%
9 a.m - 10 a.m	11%
10 a.m - 11 a.m	10%
11 a.m - 12 m	9%
12 m - 1 p.m	7%
1 p.m - 2 p.m	5%
2 p.m - 3 p.m	5%
3 p.m - 4 p.m	7%

Horario	% de Clientes del día
4 p.m - 5 p.m	8%
5 p.m - 6 p.m	8%
6 p.m - 7 p.m	9%
7 p.m - 8 p.m	6%

Fuente Elaboración propia.

Para un día de demanda baja hay un mayor arribo de cliente entre las 9 a.m hasta las 12 m y entre las 4 p.m y las 7 p.m

Tabla 4. Porcentajes de arribos por hora durante un día de demanda normal

Horario	% de Clientes del día
7 a.m - 8 a.m	5%
8 a.m - 9 a.m	6%
9 a.m - 10 a.m	10%
10 a.m - 11 a.m	10%
11 a.m - 12 m	10%
12 m - 1 p.m	8%
1 p.m - 2 p.m	8%
2 p.m - 3 p.m	8%
3 p.m - 4 p.m	8%
4 p.m - 5 p.m	10%
5 p.m - 6 p.m	7%
6 p.m - 7 p.m	5%
7 p.m - 8 p.m	4%

Fuente Elaboración propia.

Para un día de demanda media hay un mayor porcentaje de arribos de cliente entre las 9 a.m hasta las 12 m y presentándose uno de los porcentajes más altos de día entre las 4 p.m y las 5 p.m

Tabla 5. Porcentajes de arribos por hora durante un día de demanda alta (continuación)

Horario	% de Clientes del día
7 a.m - 8 a.m	6%
8 a.m - 9 a.m	7%
9 a.m - 10 a.m	9%

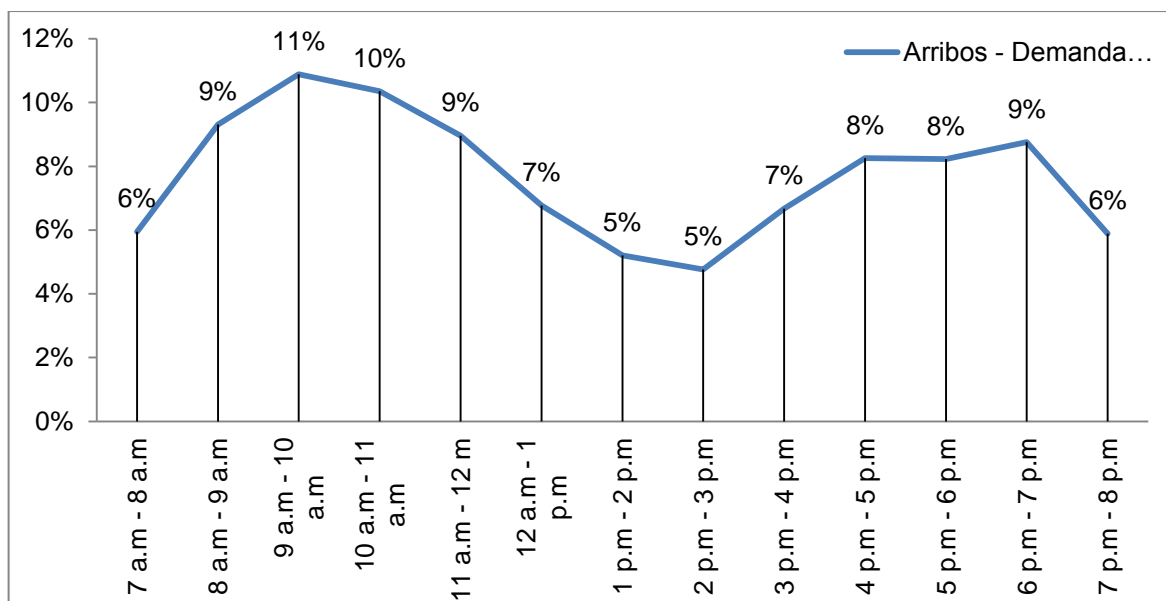
Horario	% de Clientes del día
10 a.m - 11 a.m	10%
11 a.m - 12 m	8%
12 m - 1 p.m	9%
1 p.m - 2 p.m	9%
2 p.m - 3 p.m	9%
3 p.m - 4 p.m	8%
4 p.m - 5 p.m	9%
5 p.m - 6 p.m	7%
6 p.m - 7 p.m	6%
7 p.m - 8 p.m	5%

Fuente Elaboración propia.

Para un día de demanda alta el mayor porcentaje de afluencia de cliente está entre las 10 a.m y las 11 a.m y, hay un intervalo de tendencia constante de arribos entre las 12 m hasta las 5 p.m

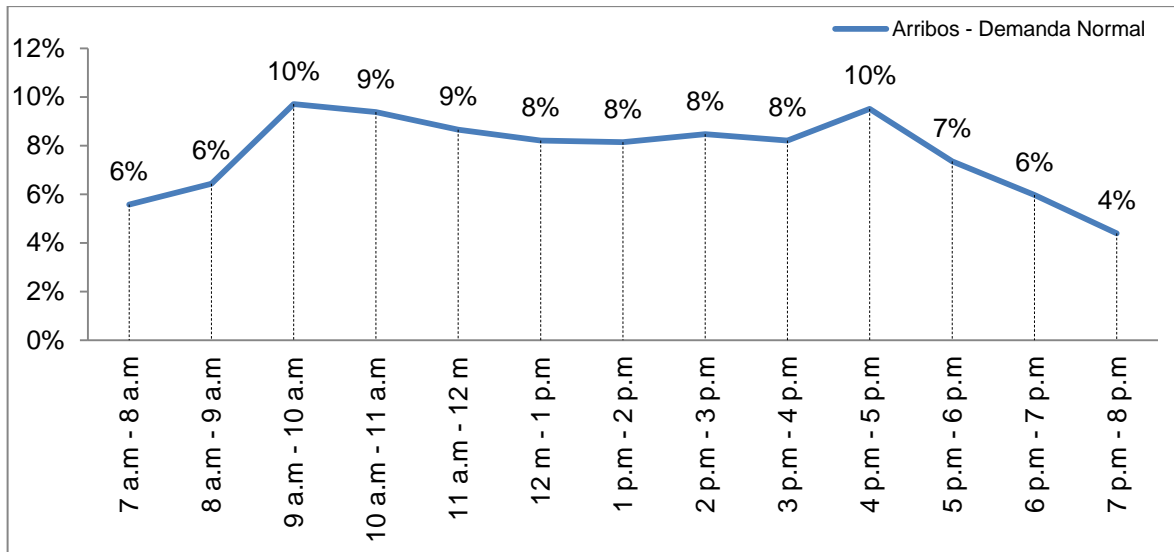
Para apreciar mejor el comportamiento de los arribos por hora, se construyeron 3 gráficas, una para cada tipo de día. Las gráficas que describen el comportamiento de arribos de clientes al almacén por hora durante un día de demanda baja, normal y alta, se encuentran respectivamente en las Grafica 2, Grafica 3 y Gráfica 4.

Gráfica 2. Comportamiento de arribos de clientes en un día de demanda baja



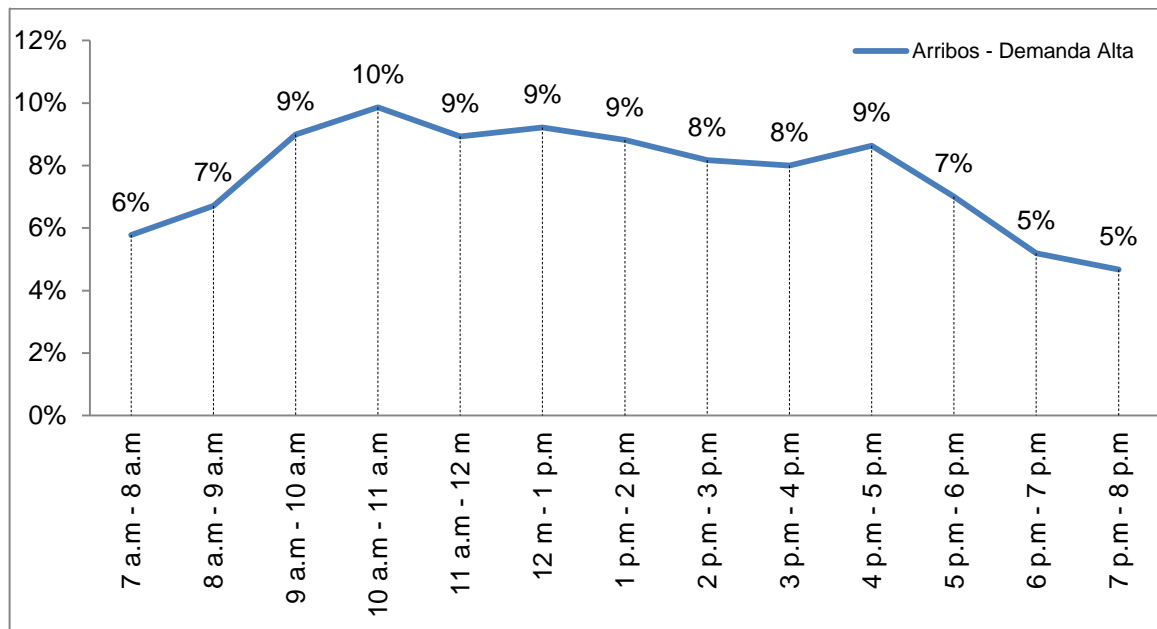
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 3. Comportamiento de arribos de clientes en un día de demanda normal



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 4. Comportamiento de arribos de clientes en un día de demanda alta



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2 Proceso de las operaciones en caja

El estudio de tiempo en caja, permitió saber los tiempos estándares de atención en caja.

Para realizar el estudio en caja, se siguió la siguiente metodología:

3.6.2.1 Antes del estudio

Para esta etapa del estudio de tiempos es necesario:

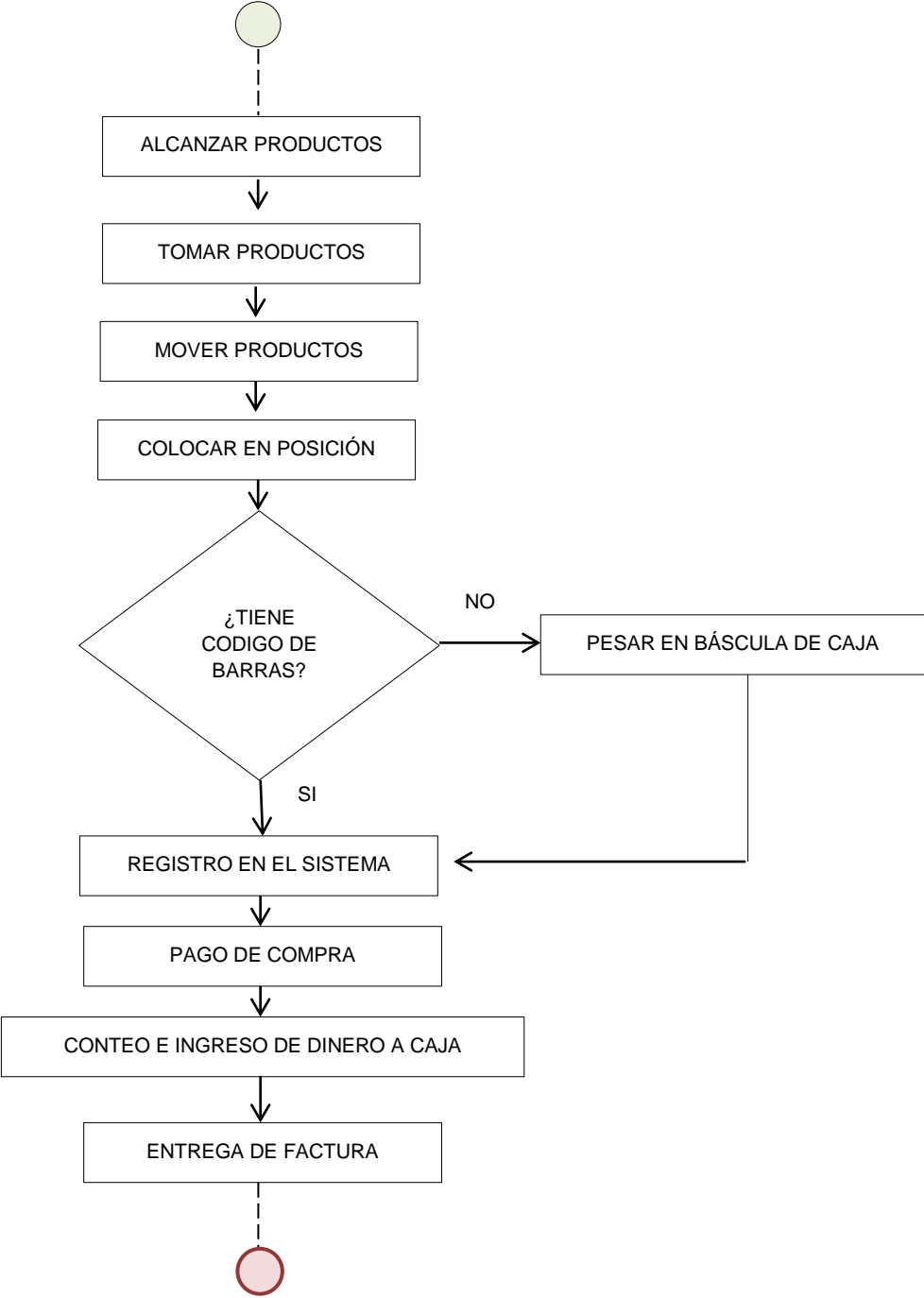
- **Implementos:** Los implementos que se utilizaran son un cronómetro, y los formatos de tabla para registro del estudio de tiempo.
- **Selección del operario:** Se escogió a un trabajador calificado, que contará con la experiencia necesaria y que realizará la actividad de la mejor forma posible cumpliendo con los deberes establecidos por la empresa, además debería desempeñar su trabajo con destreza.
- **Identificación del ciclo:** Inicia con el recibo de los productos que va a pagar el cliente y termina cuando el mismo recibe la tirilla (factura de compra).
- **Cronometraje:** Para el análisis de tiempos de la empresa Megatiendas express, se utilizó el método de cronometro acumulativo ya que representa un registro completo del ciclo de observación, además por la rapidez con la que llegan los clientes a caja es imposible realizar el cronometraje con vuelta a cero ya que es muy difícil hacerlo sin interrumpir o intervenir en el proceso.
- **Elementos:** se clasifican en repetitivos y no repetitivos, entre los elementos repetitivos del proceso encontramos:
 - ✓ Tomar productos hasta registrarlos en el sistema de caja.
 - ✓ Pago de la compra, y entrega de factura.

3.6.2.2 Actividades fundamentales (therbligs) de cajero(a) s

- **Alcanzar producto(s):** corresponde al movimiento de una mano vacía, sin resistencias hacia un objeto o retirándola de él. Puede clasificarse como un therblig objetivo y, generalmente, no puede ser eliminado del ciclo del trabajo. Sin embargo, sí puede ser reducido acortando las distancias requeridas para alcanzar y dando ubicación fija a los objetos.
- **Tomar (o asir) producto(s):** este es el movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando un objeto para asirla en una operación. Es un therblig eficiente y, por lo general, no puede ser eliminado, aunque en muchos casos se puede mejorar.
- **Mover producto(s):** comienza en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general, y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a su destino.
- **Sostener producto(s).**
- **Colocar en posición:** Tiene efecto como duda o vacilación mientras la mano, o las manos, tratan de disponer del objeto de modo que el siguiente trabajo pueda ejecutarse con más facilidad, de hecho de colocar en posición puede ser la combinación de varios movimientos muy rápidos.
- **Digitar código (si no tiene código de barra) o Timbrar**
- **Cobrar dinero.**
- **Esperar hasta que se entregue el dinero.**
- **Contar el dinero.**
- **Ingresar dinero a caja, devolver cambio (en caso que tenga que hacerlo) junto con la factura.**

El diagrama que representa el proceso de operación en caja, se puede apreciar en la figura 10.

Figura 10. Proceso de Operaciones en caja.



Fuente: Elaboración Propia

3.7 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE LAS SECCIONES DEL ALMACÉN

Es una realidad que la gran competencia que hay entre los participantes de la industria del retail ha dado paso a la intensificación de la búsqueda de mejoras en sus prácticas. Una de las principales tareas relacionadas con la logística de cada una de las secciones del almacén es la plena disponibilidad de los productos, definiendo asimismo el nivel de servicio al cliente.

Se procedió a dividir esquemáticamente la planta física del almacén en tres secciones: sección de productos de abarrotes, sección de carnes, sección de Fruver, describiendo en cada uno los procesos de compras de los clientes.

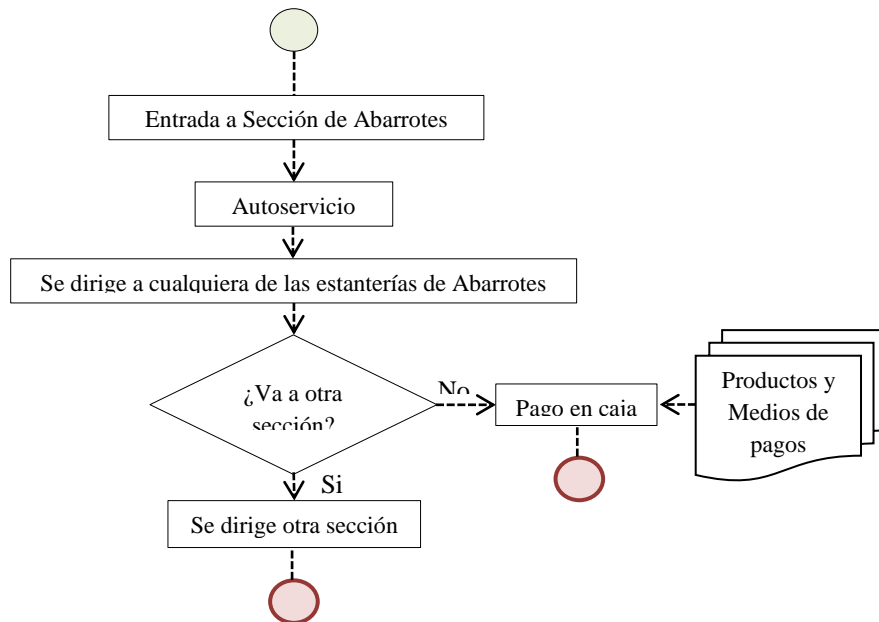
3.7.1 Descripción del proceso de compra en la sección de Abarrotes

En esta sección las operaciones son llevadas a cabo bajo el sistema de autoservicio, donde el usuario se acerca, y toma el producto que requiere. Esta es la sección más amplia del almacén, y básicamente es el cuerpo principal de la estructura del mismo, a su vez es la sección que agrupa mayor variedad de productos, teniendo desde alimentos como salsas y condimentos hasta químicos, detergentes y productos de aseo personal y del hogar.

Es muy usual que el usuario al tener el requerimiento o necesidad de un producto acuda al estante o sección donde se encuentra el mismo, y tenga una segunda opción por si acaso, el producto de primera preferencia se encuentra agotado.

El procedimiento de compras en esta sección del almacén se muestra en la Figura 11.

Figura 11. Proceso de Compras en la Sección de Abarrotes.



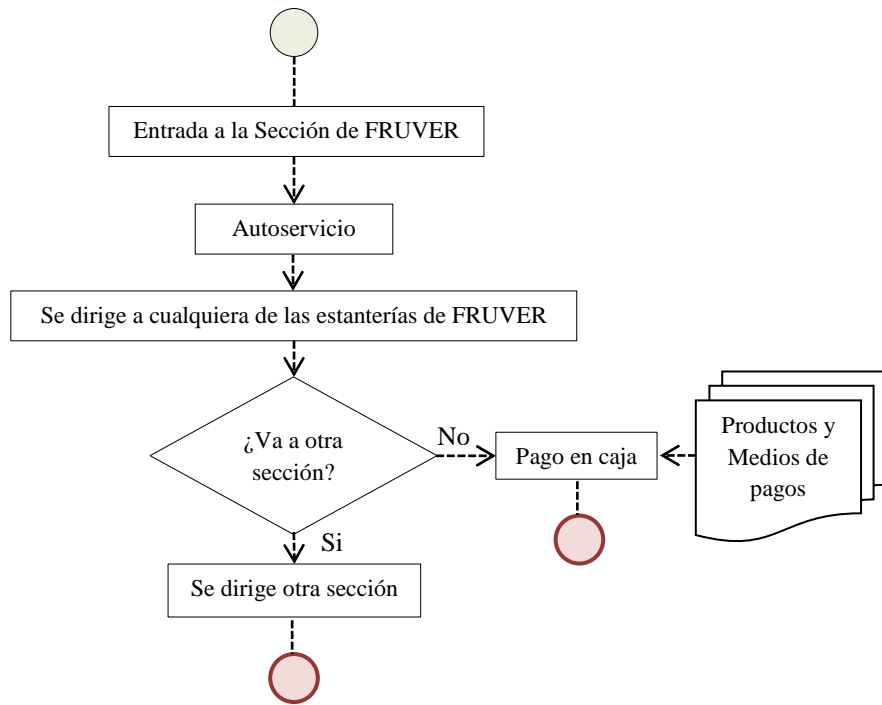
Fuente: Elaboración Propia

3.7.2 Descripción del proceso de compra en la Sección de Fruver

En esta sección se encuentra todas las frutas, verduras y hortalizas, y también algunos productos lácteos que necesitan refrigeración. Al igual que la sección de productos en general, en la sección de Fruver las operaciones son llevadas bajo el sistema de autoservicio. El proceso de compras de los usuarios en esta sección se ilustra en la figura 12. También al igual, que en la sección de productos en general es muy usual que el cliente tenga una segunda alternativa cuando el producto de su preferencia no está disponible.

Los usuarios disponen de pesadores que son de gran importancia en esta sección, debido a que los productos que allí se ubican no cuentan con la cuantificación de las cantidades explícita en sus presentaciones; luego los pesadores les permiten a los usuarios cerciorarse o en el peor de los casos tener una idea de la cantidad de productos (frutas y/o verduras) que llevan en su compra.

Figura 12. Proceso de Compras en la Sección de Fruver.



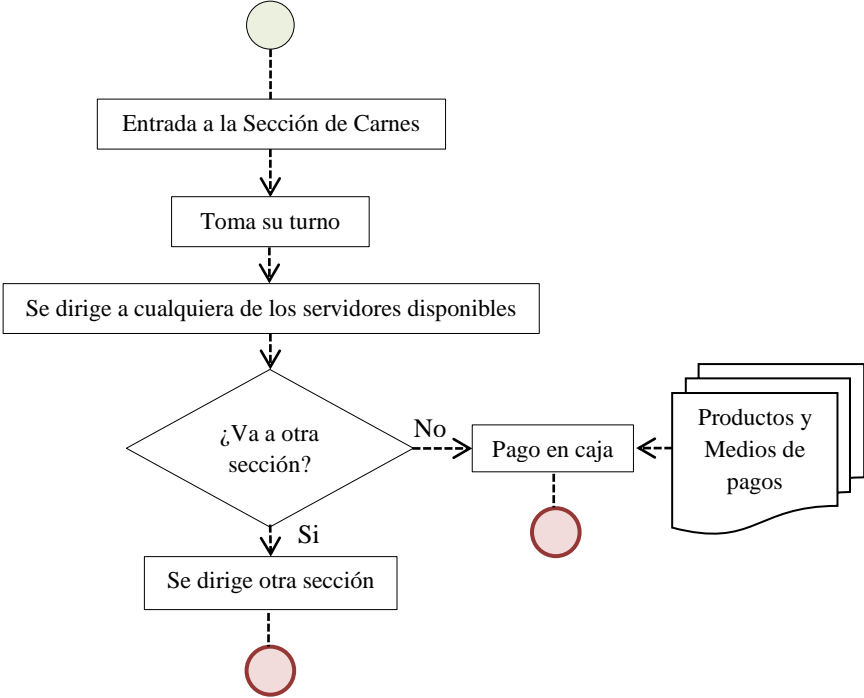
Fuente: Elaboración Propia

3.7.3 Descripción del proceso de compras en la sección de carnes

Es una sección especial del almacén por las características y la naturaleza del producto que se ubica allí. Las carnes son productos de consumo masivo, y por ende la sección que las agrupa, suele ser de alta concurrencia. A diferencia de las secciones del Fruver y de los productos en general, en la sección de carnes un carnicero tiene la tarea de atender al usuario justo cuando este ha llegado a su turno enumerado por un ticket.

La sección cuenta con unos pesadores, que le permite al carnicero cumplir con la cantidad demandada por el usuario. La forma en cómo trabaja esta sección se muestra en la figura 13.

Figura 13. Proceso de Compras en la Sección de Carnes.



Fuente: Elaboración Propia

4. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

En este capítulo se da una breve introducción de la ventaja de utilizar SIMIO ® como software de simulación. Se describe como se realizó la construcción del modelo de Simulación, comenzando con la realización del modelo conceptual, continuando con la determinación de las distribuciones de probabilidades y probabilidades asociadas a las operaciones del almacén. De igual forma, se describen los elementos utilizados para su construcción, algunos de los elementos descritos son: entidades, locaciones, recursos (cajeros y cooperados), además se construyeron procesos para simular situaciones particulares dentro del modelo.

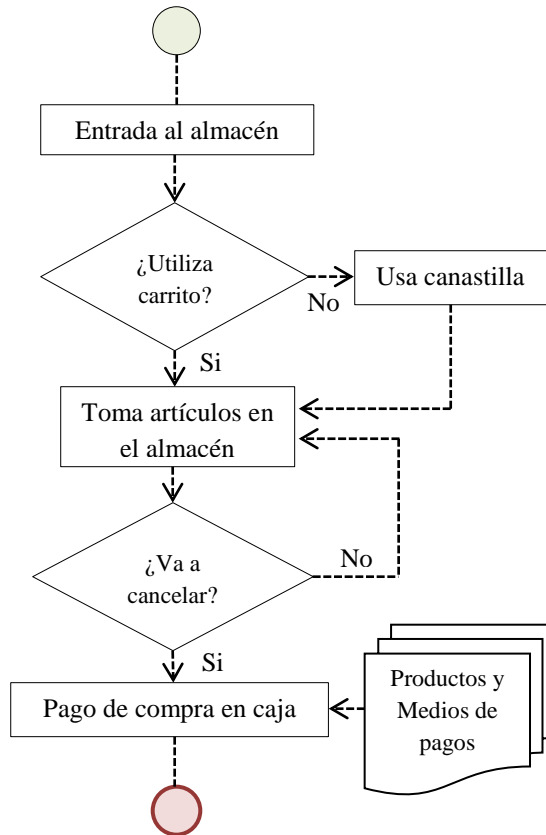
4.1 MODELO CONCEPTUAL

Dado los procesos descritos de la empresa, se procedió a diseñar el modelo conceptual de la simulación.

En la figura 14, se puede observar como es descrita la simulación para cualquier tipo de día. Donde dada una tasa de arribos por hora en cualquier día, los clientes entran al almacén y, según sus necesidades utilizan una(s) canastilla(s) para realizar sus compras o pueden utilizar un carrito, después de tomar la decisión de tomar cualquiera de las dos opciones, se demora un tiempo tomando artículos en las diferentes secciones del Almacén.

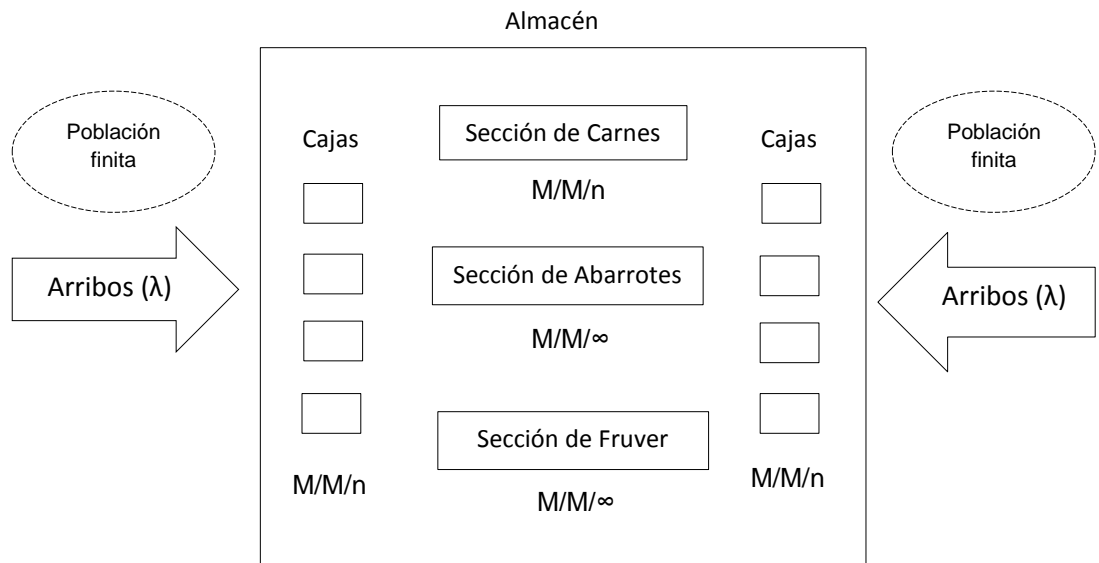
La figura 15 esquematiza el modelo conceptual, donde hay dos fuentes de arribos (entrada principal y entrada trasera), ambos de población infinita, los clientes entran al almacén y pueden dirigirse a la sección de Fruver que funciona como un sistema de autoservicio $M/M/\infty$, infinitos servidores, de igual forma pueden ir a la Sección de carnes que no es de autoservicio, sino que funciona bajo una política de turnos, donde el cliente inmediatamente llega a la sección toma un 'ticket', para posteriormente ser llamado por turno. De manera similar a la sección de Fruver, la sección de Abarrotes funciona con el esquema de autoservicio $M/M/\infty$. Si el cliente ya ha terminado de tomar los productos que necesita, se puede dirigir a pagar a cualquiera de las cajas que estén disponibles. El sistema de caja funciona como un sistema $M/M/n$ en paralelo.

Figura 14. Proceso de compras en el Almacén.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 15 Esquema conceptual de la Simulación



Fuente: Elaboración Propia

4.2 SIMIO ® COMO HERRAMIENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN DEL SUPERMERCADO

Simio es un software moderno de simulación discreta para el estudio de flujos logísticos que permite abordar cualquier tipo de problemática en diferentes sectores (manufactura, logística, transportes). Debido a su concepción moderna, el programa puede aprenderse sin dificultad y no requiere conocimientos de programación en lenguajes de alto nivel.

Simio ha sido desarrollado por la empresa del mismo nombre, SIMIO LLC. El creador de Simio es el internacionalmente reconocido C. Dennis Pegden, quien fue igualmente autor del lenguaje de simulación Siman y de la herramienta de simulación Arena. Simio está respaldado por un experimentado equipo internacional que tienen una larga trayectoria y probada experiencia en modelos de simulación.

El software muestra un marco de modelado rápido que permite evaluar rápidamente alternativas para reducir el riesgo y maximizar el impacto de inversiones en nuevos equipos o procesos. Simio rompe las paredes de software de simulación tradicional y, da el poder para crear rápidamente modelos animados en 3D precisos y objetivamente analizar las alternativas para tomar decisiones con base a los resultados obtenidos.

4.2.1 Elementos del software Simio muestra un interface gráfico con las características de las versiones actuales de Windows.

Para la construcción de los modelos, se utilizan las pestañas del Facility Windows, Process, Definitions, Data, Dashboard y Results.

Los elementos del software son explicados en el cuadro 4.

Cuadro 4. Elementos del Software (continuación)

ELEMENTOS DE SIMIO	
Facility Windows (Ventana rápida)	Muestra los objetos que pueden ser creados en el modelo, estos son: Fuente, Destructor de entidades, Servidor, Estación de trabajo, Combinador, Separador, Recurso, Vehículo, Trabajador, Nodo Básico, Nodo de Transferencia, Conector, Path (Conector), Conveyor.

ELEMENTOS DE SIMIO	
Process (Procesos)	Se construyen los procesos utilizando múltiples step's (pasos). Los process se realizan en caso de no poderse construir en el Facility Windows.
Definitions (Definiciones)	En la ventana de definiciones se crean objetos que son utilizados como elementos, propiedades de los objetos, Estados (donde se le asignan variables), Eventos, Funciones y Listas.
Data (Datos)	Se pueden crear Tablas de datos de entrada para el modelo, se pueden realizar tablas de: tiempos, secuencias, tasas de arribos, Turnos de trabajo.
Dashboard (Tablero de Instrumentos)	En el tablero de Instrumentos, se pueden construir gráficos de estadísticos para apreciar el comportamiento de las variables del modelo.
Results (Resultados)	Muestra los resultados estadísticos del modelo, pueden ser exportables a un archivo en Excel o Pdf.

Fuente: Elaboración Propia

4.3 DISTRIBUCIÓN DE LAS PROBABILIDADES ASOCIADAS A LAS OPERACIONES

De acorde a la descripción del modelo conceptual de simulación, se identificaron las distribuciones de probabilidad y las probabilidades asociadas a las operaciones del negocio. Se utilizó la herramienta Stat: Fit de Promodel®, para conocer cuáles eran las distribuciones asociadas. En las Tabla 6, 7, 8 ,9 y 10 se muestran las distribuciones de probabilidad que describen el comportamiento de las variables utilizadas en el modelo de simulación, la proporción de clientes que realizan compra sin carrito en los 3 tipos de días, la proporción de clientes que realizan compra con carrito en los 3 tipos de días, la proporción de clientes que realizan compras en la sección de Mayorista, la probabilidad que tiene un cliente de ir a los puntos de pesaje, la probabilidad que tiene un cliente de utilizar una caja rápida, la probabilidad que tiene un cliente de ir a pagar a las cajas delanteras y la probabilidad que tiene un cliente de ir a pagar a las cajas traseras.

En el Anexo A, se puede ver los resultados de la validación de los datos realizado en Stat::Fit, para obtener las distribuciones de probabilidades que se ajustaban a las variables.

Tabla 6. Distribuciones de probabilidad que describen el comportamiento de las variables

Variable	Distribución de Probabilidad
Tiempo general en el almacén personas sin carrito	Triangular (10, 18, 23)
Tiempo general en el almacén personas con carrito	Triangular (18, 28, 31)
N° de artículos para pagar en caja, sin utilizar punto de pesaje (persona sin carrito)	Normal (8 , 4)
N° de artículos para pagar en caja, sin utilizar punto de pesaje (persona con carrito)	Beta (13, 45, 1.02)
Tiempo de timbrado de un producto	Triangular (0.01, 0.03, 0.401)
Tiempo para terminar de empacar	Uniforme (0.07,0.26)
Pago en efectivo	Normal (0.87,0.25)
Pago con tarjeta	Normal (0.98,0.33)
Pago con otros medios	Uniforme (0.55,1.5)
N° de artículos para pagar en caja, utilizando punto de pesaje (persona sin carrito)	Normal (4 , 1.4)
N° de artículos para pagar en caja, utilizando punto de pesaje (persona con carrito)	Normal (9, 2.02)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Distribuciones de Tiempo medio entre arribos por cliente en un día Tipo I.

Horario	Entrada Principal (minutos)	Entrada Trasera (minutos)
7 a.m - 8 a.m	0,86	0,97
8 a.m - 9 a.m	0,85	0,96
9 a.m - 10 a.m	0,83	0,94
10 a.m - 11 a.m	0,83	0,94
11 a.m - 12 m	0,85	0,95
12 m - 1 p.m	0,86	0,98
1 p.m - 2 p.m	0,87	0,98
2 p.m - 3 p.m	0,88	1,00
3 p.m - 4 p.m	0,86	0,97
4 p.m - 5 p.m	0,84	0,95
5 p.m - 6 p.m	0,84	0,94
6 p.m - 7 p.m	0,84	0,95
7 p.m - 8 p.m	0,87	0,98

* Los tiempos siguen una distribución exponencial. Ejemplo 0,86 significa Exponencial (0,86) minutos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Distribuciones de Tiempo medio entre arribos por cliente en un día Tipo II (continuación).

Horario	Entrada Principal (minutos)	Entrada Trasera (minutos)
7 a.m - 8 a.m	0,68	0,77
8 a.m - 9 a.m	0,66	0,75
9 a.m - 10 a.m	0,65	0,73
10 a.m - 11 a.m	0,63	0,71
11 a.m - 12 m	0,64	0,72
12 m - 1 p.m	0,69	0,78
1 p.m - 2 p.m	0,71	0,80
2 p.m - 3 p.m	0,71	0,80
3 p.m - 4 p.m	0,70	0,78
4 p.m - 5 p.m	0,68	0,77
5 p.m - 6 p.m	0,67	0,75
6 p.m - 7 p.m	0,66	0,74
7 p.m - 8 p.m	0,69	0,78

* Los tiempos siguen una distribución exponencial. Ejemplo 0,86 significa Exponencial (0,86) minutos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Distribuciones de Tiempo medio entre arribos por cliente en un día Tipo III.

Horario	Entrada Principal (minutos)	Entrada Trasera (minutos)
7 a.m - 8 a.m	0,51	0,57
8 a.m - 9 a.m	0,50	0,56
9 a.m - 10 a.m	0,49	0,55
10 a.m - 11 a.m	0,49	0,55
11 a.m - 12 m	0,50	0,56
12 m - 1 p.m	0,51	0,57
1 p.m - 2 p.m	0,51	0,58
2 p.m - 3 p.m	0,52	0,59
3 p.m - 4 p.m	0,51	0,57
4 p.m - 5 p.m	0,50	0,56
5 p.m - 6 p.m	0,49	0,56
6 p.m - 7 p.m	0,50	0,56
7 p.m - 8 p.m	0,51	0,58

* Los tiempos siguen una distribución exponencial. Ejemplo 0,86 significa Exponencial (0,86) minutos.

Tabla 10. Proporciones y probabilidades utilizadas en el modelo de simulación (continuación).

Proporción o Probabilidad	Valor
Proporción de clientes que no utilizan carrito en un día tipo I	65%
Proporción de clientes que utilizan carrito en un día tipo II	35%
Proporción de clientes que no utilizan carrito en un día tipo II	65%
Proporción de clientes que utilizan carrito en un día tipo II	35%
Proporción de clientes que no utilizan carrito en un día tipo III	60%
Proporción de clientes que utilizan carrito en un día tipo III	40%
Proporción de clientes que realizan sus compras en la sección de Mayorista	10%
Probabilidad de utilizar puntos de pesajes	39%
Probabilidad de utilizar caja rápida	30%
Probabilidad de pagar en las cajas delanteras	76%
Probabilidad de pagar en las cajas traseras	24%

Fuente: Elaboración propia

4.4 ENTIDADES UTILIZADAS EN LA SIMULACIÓN

Las entidades utilizadas para la Simulación, son los diferentes tipos de Clientes que entran al almacén, por la puerta de atrás y la puerta delantera, diferenciándose en clientes que realizan compras con carrito, clientes que realizan compras sin carrito y, en caso de utilizar puntos de pesaje, son llamados clientes que utilizan punto de pesaje, ya sea con carrito o sin carrito.

Las entidades utilizadas en el modelo de simulación son mostradas en la Figura 16.

Las entidades de personas sin carrito y con carrito son creadas desde una fuente de arribos, denominadas 'source', que es un objeto de arribos en SIMIO®.

Se conoce que hay una proporción del 65% de personas que realizan sus compras sin carrito y un 35% de personas que utilizan carritos.

En el modelo se utilizó una sola entidad que tuviese diferentes estados, es decir, que tuviese unas características especiales cuando fuera cliente con carrito o sin carrito.

Para crear diferentes estados de una entidad, se utilizó una propiedad de la entidad llamada Modelentity.Picture, dentro del Definitions.

Figura 16. Entidades del modelo de Simulación



Fuente: Elaboración Propia

4.5 LOCACIONES UTILIZADAS EN LA SIMULACIÓN

Las locaciones utilizadas en el modelo fueron: Entrada principal, Entrada trasera, Almacén en general, Puntos de pesaje, cajas de pago, las cuales son creadas como un objeto que contiene un Inputbuffer (colas de las cajas), un inputnode (nodo de entrada al servidor), un outputnode (nodo de salida) y un processing content, que es el lugar donde la entidad se aloja al momento de ser procesada.

En el almacén hay 3 zonas de cajas llamadas Fruver, Servicio al cliente y Cajas Traseras. Los cajeros y los cooperados están distribuidos por las diferentes zonas, así:

Del Cajero 1 al Cajero 8, están en las cajas delanteras en la zona de Fruver con un apoyo de 13 Cooperados.

Del Cajero 9 al Cajero 20, están en las cajas delanteras en la zona de Servicio al cliente con un apoyo de 15 Cooperados.

Cajero 21 al Cajero 27, están en las cajas traseras con un apoyo de 17 Cooperados.

Las locaciones utilizadas en la Simulación, son mostradas en la Figura 17.

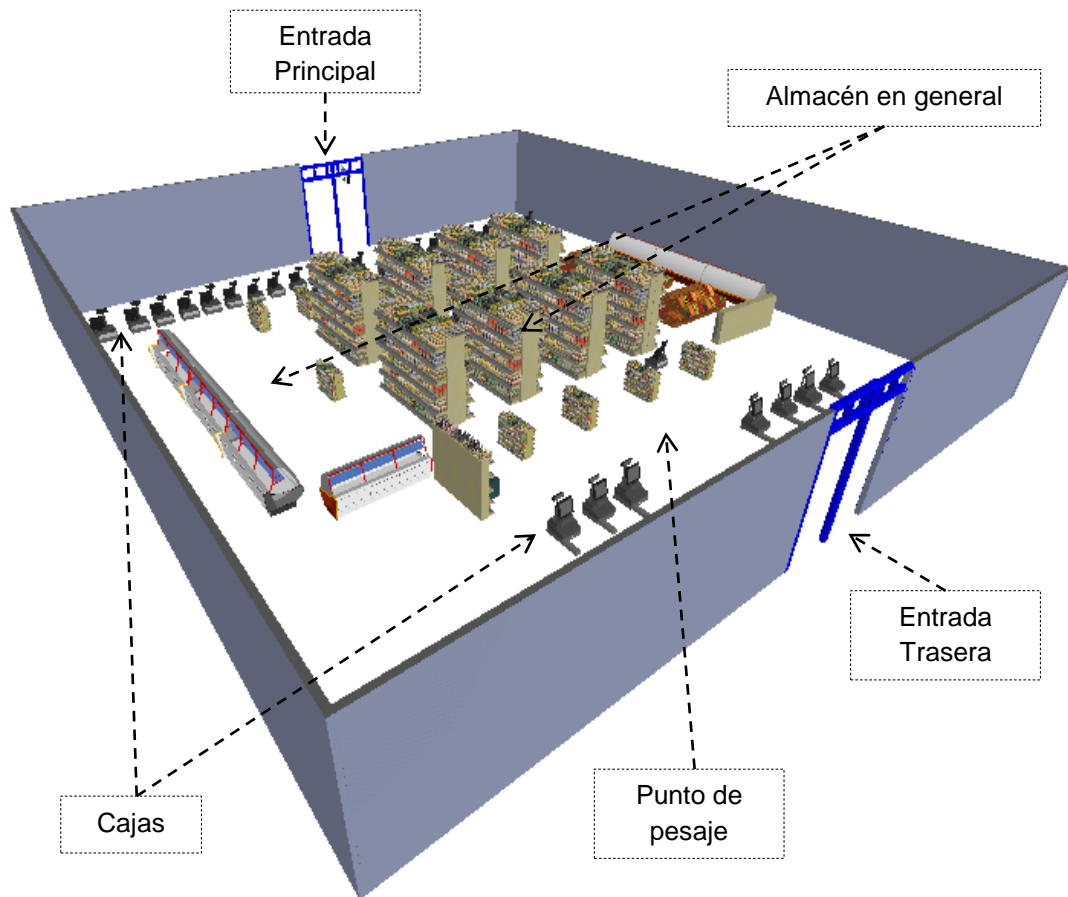
En la Figura 18, se muestra con detalle los elementos que componen una caja registradora.

4.6 RECURSOS UTILIZADOS EN LA SIMULACIÓN

Los recursos utilizados en la Simulación, son los Cajeros ubicados en cada una de las cajas, según el turno asignado durante el día, los Cooperados (empacadores) que realizan tareas de apoyo en caja y personal de Operaciones y Logística que puede realizar labores de cajeros.

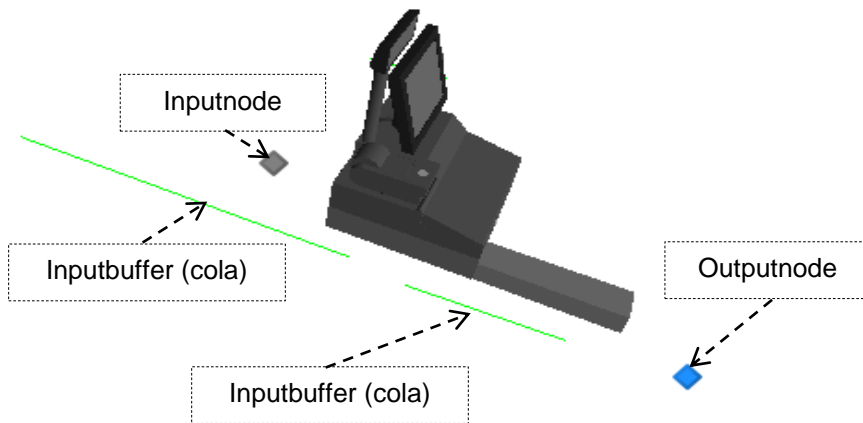
Los recursos utilizados en el modelo de simulación son mostrados en la Figura 19.

Figura 17. Locaciones del Supermercado utilizadas en la Simulación



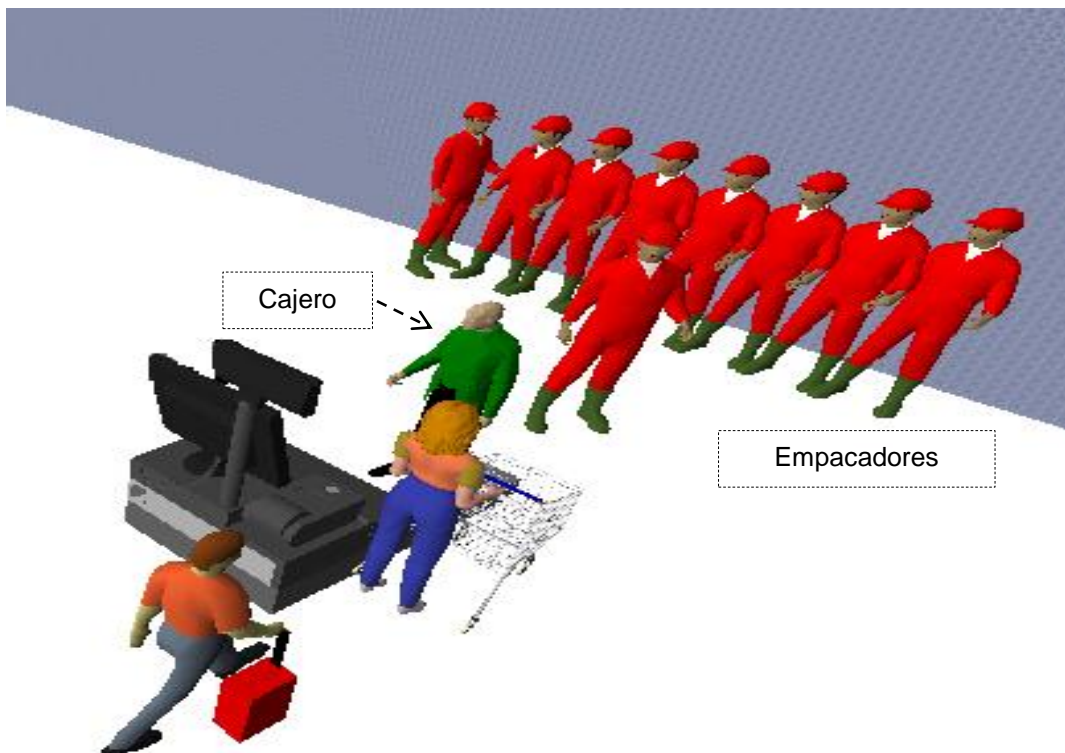
Fuente: Elaboración Propia

Figura 18. Contenido de una caja registradora



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. Recursos utilizados en el modelo de Simulación



Fuente: Elaboración Propia

4.7 PROCESOS UTILIZADOS EN LA SIMULACIÓN

SIMIO ®, es una herramienta que permite crear process (procesos), compuesto por step's (pasos), con el fin de desarrollar procedimientos que no se pueden realizar en el Facility Windows al momento de construir el modelo.

Los process estructurados para construir el modelo fueron:

4.6.1 Tasas de arribos Fue necesario crear un proceso para las tasas de arribos al Supermercado, para ello se utilizó un Timer (controlador de tiempo), que permitiera cambiar el comportamiento de los arribos por hora.

Se crearon dos tablas de arribos para ambas puertas, comenzando desde la hora 0 (primera hora de arribos, 7:00 a.m), hasta la hora 12 (hora de cierre 8:00 p.m).

Se utilizaron dos contadores para que cambiaran los arribos por hora.

En ocasiones arriban clientes al almacén y se puede realizar una excepción con ellos, dejándoles entrar. Por ello en la hora 13 (después de las 8 p.m), hay estimativo de tiempo entre arribos de clientes de 20 minutos.

El proceso es ilustrado en la figura 20.

4.6.2 Salida de los Puntos de Pesaje Después que una entidad sale del punto de pesaje, fue necesario crear un proceso, que permitiera identificarla que utilizó el punto de pesaje.

Se usó las propiedades de estado de la entidad Modelentity.Picture, indicando que como salió del punto de pesaje lleva consigo menos artículos de los que podría llevar si no lo utilizase.

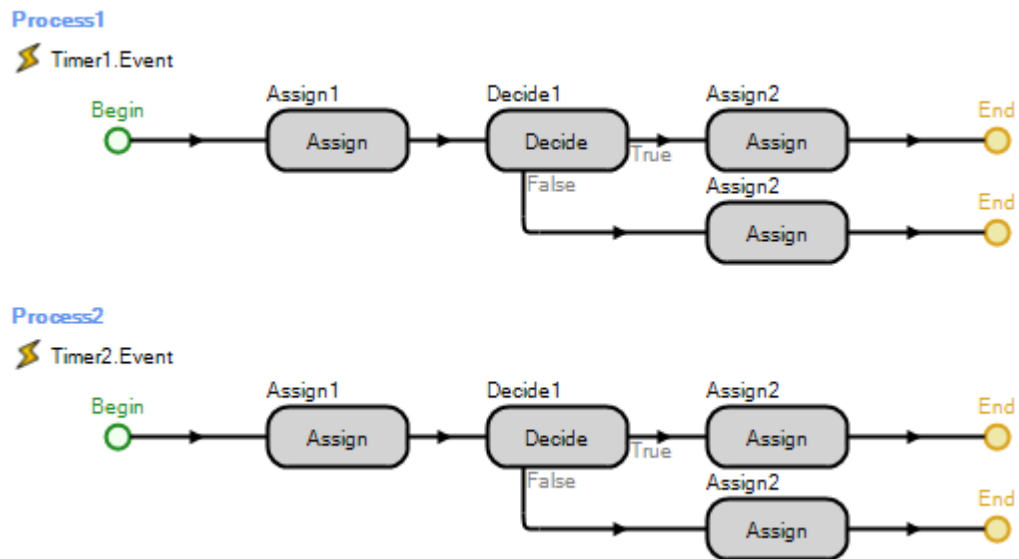
El proceso es ilustrado en la figura 21.

4.6.3 Cambio de cola En caso que una entidad se encuentre en siendo atendida en caja y otra(s) entidad(es) quede(n) en cola al momento que la caja se cierre (porque su capacidad llega a 0, por haber culminado su turno de atención), se creó un proceso que permitirá que fueran transferidas a otras cajas disponibles.

El proceso Interrumpe el proceso en caja en caso de llegar su capacidad a cero (0), utiliza un contador para buscar las personas en cola y las transfiere a un nodo

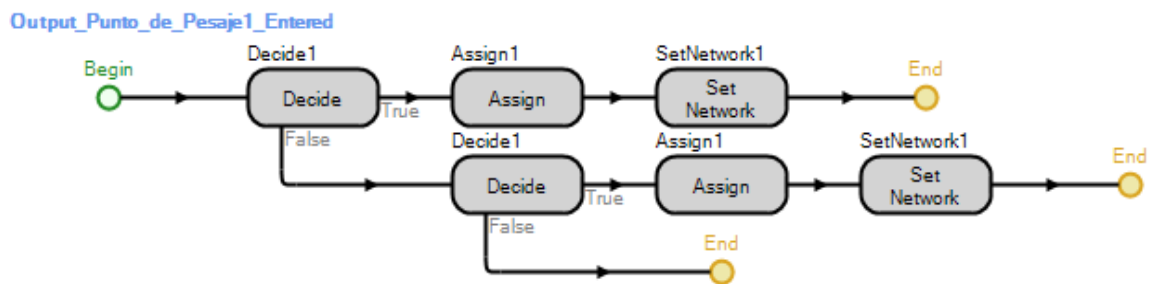
de pago, ya sea en las cajas delanteras o traseras, según sea la ubicación de las cajas. El proceso es ilustrado en la figura 22.

Figura 20. Proceso de Tasas de arribos de clientes



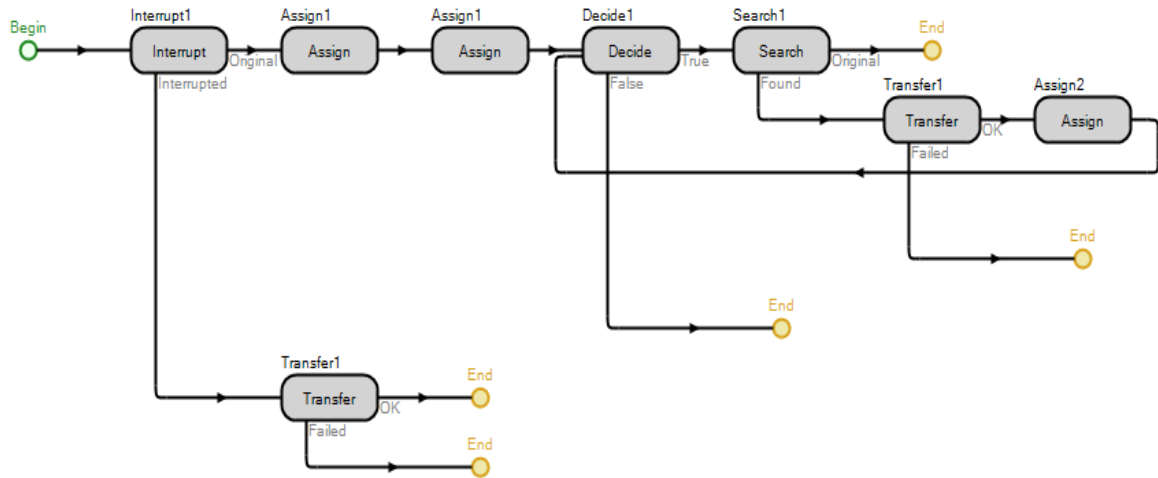
Fuente: Elaboración Propia

Figura 21. Proceso de salidas de clientes del punto de pesaje



Fuente: Elaboración Propia

Figura 22. Proceso de cambio de colas



Fuente: Elaboración Propia

4.8 SUPUESTOS DEL MODELO DE SIMULACIÓN

4.8.1 Tiempo entre arribos Como se ha expuesto anteriormente, se procedió a tomar muestras del proceso de arribos, específicamente, los tiempos entre arribos de los usuarios por las entradas trasera y principal. Suponemos en primera medida que los tiempos entre arribos son completamente aleatorios, y que estos provienen de una población de usuarios finita. Suponemos también que la capacidad de la planta física del almacén es infinita y posteriormente a que los clientes hacen su llegada, se dedican a hacer el recorrido en las instalaciones en función de los requerimientos y las necesidades que cada uno de estos tenga.

Se hace un último supuesto relacionado con el medio que el usuario utilizará en las operaciones de compras, es el uso del carrito de compras o de la canastilla, asumimos que el usuario tiene que ayudarse por alguno de estos recursos para hacer más fácil el manejo de los insumos que vaya a comprar durante su recorrido por las instalaciones del almacén. Es por ello que se asumió asimismo que el usuario tendrá que usar necesariamente alguno de estos dos recursos, es decir, si no maneja un carrito, por defecto este llevará una canastilla y viceversa, y también que el usuario los toma justo a la entrada del almacén, que es donde estos están ubicados.

4.7.2 Recorridos en el almacén Se hacen básicamente dos supuestos en lo concerniente al recorrido de los usuarios en las instalaciones del almacén: el primero ya mencionado anteriormente, referente al medio que el usuario utilizara en las operaciones de compras, sea carrito o canastilla; el segundo supuesto, es que el tiempo tomando artículos en el almacén es completamente aleatorio.

4.7.3 Tiempo de servicio Con relación a los tiempos de servicio se hace el supuesto elemental de que tanto la elección del usuario del punto de pago, como la duración del usuario en él son completamente aleatorios.

5. VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

En este capítulo, se explica como el modelo fue validado estadísticamente, para poder comprobar que se ajustaba al comportamiento real del sistema de Megatiendas.

Para realizar la validación del modelo, se tomaron tres variables de los indicadores que midieran el desempeño de las operaciones del negocio en los 3 tipos de días. Se realizaron las simulaciones para los 3 tipos de días, se analizaron los resultados de los indicadores de rendimiento y, posteriormente se compararon con los informes diarios de Productividad de cajas.

Los tres indicadores, que se tuvieron en cuenta para la validación fueron el número de clientes que atiende un cajero en el día, el porcentaje de tiempo activo de los cajeros durante el día, y el total de tiempo en horas facturando en POS durante el día en los 3 tipos de días. Para cada día se realizaron dos pruebas de hipótesis. La primera una prueba de homogeneidad de varianzas y la otra fue la prueba de comparación de medias, usando la herramienta StatGraphics ®.

Para que el modelo tuviera validez estadística, se calculó el número de réplicas para correr el modelo.

5.1 INDICADORES GLOBALES DEL DESEMPEÑO

Los indicadores son la herramienta ideal para efectuar seguimientos y mediciones del desempeño de los procesos que componen a la empresa. En el caso del modelo se midieron los siguientes indicadores de desempeño:

- Promedio de clientes en cola
- Promedio de tiempo de espera en las colas
- Porcentaje de tiempo activo de los cajeros
- Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros
- Número de clientes que atiende un cajero en el día
- Promedio de tiempo en el sistema de un cliente
- Ventas totales de día

5.1.1 Cálculo de los indicadores de desempeño

Promedio de clientes en cola Este indicador se calcula sumando los clientes que hay en cola en un determinado tiempo y se divide la suma entre el número de cajas abiertas en ese período.

Promedio de tiempo de espera en las colas se calcula sumando el tiempo promedio de clientes en cola en una unidad de tiempo y se divide la suma entre el número de cajas abiertas en esa unidad de tiempo.

Porcentaje de tiempo activo de los cajeros es la suma del porcentaje de tiempo activo de los cajeros entre el número de cajeros trabajando.

Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros es la suma del porcentaje de tiempo activo de los cajeros entre el número de cajeros trabajando.

Número de clientes que atiende un cajero en el día es la suma del número de clientes que atiende un cliente al día.

Promedio de tiempo en el sistema de un cliente es la suma de todos los tiempos que demora un cliente en el sistema entre el número total de clientes que entran al sistema.

Ventas totales de día es el producto de multiplicar el número de clientes que compraron en el almacén por el promedio del valor de compra (en pesos).

La venta promedio de compra de un cliente, es actualmente de \$85.916 pesos.

5.2 NÚMERO DE RÉPLICAS DEL MODELO

Para que el modelo tuviese validez estadística se calculó el número de réplicas necesarias para correr el modelo.

Con un nivel de confianza del 80%, el valor de $Z_{\alpha/2}$ es -1,28 y con un error del 10%, el número de réplicas sigue la siguiente fórmula de la ecuación 2:

Ecuación 2. Número de réplicas del modelo de Simulación

$$r = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 * S^2}{E^2}$$

Donde r es el número de réplicas, S^2 es la varianza de la variable de prueba (tiempo de pago en efectivo), $(Z_{\alpha/2})^2$ corresponde al valor normalizado del nivel de confianza del estudio al cuadrado y E^2 , es el error máximo esperado en el cálculo.

El número de réplicas necesarias para el modelo fue de **50**.

5.3 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN PARA UN DÍA TIPO I (DEMANDA BAJA)

5.3.1 Procesos para la Simulación de un día de demanda baja

- Se tomó la programación de los cajeros del tipo de día, suministrada por el Administrador de Punto de venta del Almacén, quien es el encargado de realizar la programación el día anterior. La programación representativa de un día de demanda baja por turnos, se encuentra en la tabla 11. El número de cajeros que trabajan el promedio en día tipo I es de 23.
- Se introdujeron los datos en el modelo, las distribuciones de los arribos, y los turnos.
- Se midieron los indicadores.

Tabla 11. Turnos de un día de demanda baja (continuación)

	Rango de hora			
	Comienza	Termina	Comienza	Termina
Turno 1	7 a.m	12 m	5 p.m	8 p.m
Turno 2	8 a.m	12 m	4 p.m	8 p.m
Turno 3	8 a.m	1 p.m	4 p.m	7 p.m
Turno 4	8 a.m	12 m	3 p.m	7 p.m
Turno 5	8 a.m			4 p.m
Turno 6	10 a.m			6 p.m
Turno 7	11 a.m			7 p.m

	Rango de hora			
	Comienza	Termina	Comienza	Termina
Turno 8			2 p.m	6 p.m
Turno 9	8 a.m			2 p.m

Fuente: Departamento de Operaciones y Logística – Megatiendas Express

Los turnos en la tabla 11, pueden estar sujetos a cambios, según sea la necesidad del Almacén, los cajeros pueden excederse 15 o 20 minutos más en caja, o depende del flujo de clientes a determinadas horas. El personal Polivalente, por lo general opera en caja en turnos de 10 a.m a 12 m y, de 4 p.m a 6 p.m o puede ser utilizado cuando un cajero se ausente.

Los resultados de la simulación para un día de demanda baja, los podemos mirar en la tabla 12.

Tabla 12. Resultados de la Simulación para un día de demanda baja (continuación)

Locación	Clientes atendidos	Promedio tiempo en cola (minutos)	Promedio de clientes en cola	Minutos de atención por cliente
Caja1	83	3,90	0,40	3,90
Caja10	77	4,53	0,42	2,89
Caja11	75	6,36	0,57	2,83
Caja12	88	4,83	0,52	3,09
Caja13	77	4,93	0,46	3,09
Caja14	61	3,43	0,24	2,79
Caja16	73	6,33	0,55	2,62
Caja17	49	6,25	0,48	3,04
Caja2	70	4,05	0,34	2,99
Caja21	109	33,63	8,50	3,10
Caja22	77	11,82	1,11	2,98
Caja23	104	10,00	1,30	3,16
Caja24	107	11,46	1,57	3,00
Caja25	100	37,71	4,76	2,77
Caja26	82	2,81	0,28	2,89
Caja27	62	6,89	0,64	3,02
Caja3	85	4,24	0,44	3,00

Locación	Clientes atendidos	Promedio tiempo en cola (minutos)	Promedio de clientes en cola	Minutos de atención por cliente
Caja4	75	3,29	0,30	3,06
Caja5	79	12,33	1,19	3,06
Caja6	87	8,38	1,20	2,89
Caja7	39	2,96	0,43	3,08
Caja8	80	7,03	0,66	3,09
Caja9	67	3,91	0,31	3,24

Fuente: Elaboración propia

La tasa de clientes atendidos por hora de la Simulación en un día de demanda baja, se encuentran en la tabla 13

Tabla 13. Tasa de clientes atendidos en un día Tipo I por hora

Horario	Tasa de clientes
7 a.m - 8 a.m	109
8 a.m - 9 a.m	163
9 a.m - 10 a.m	199
10 a.m - 11 a.m	181
11 a.m - 12 m	163
12 m - 1 p.m	127
1 p.m - 2 p.m	91
2 p.m - 3 p.m	91
3 p.m - 4 p.m	127
4 p.m - 5 p.m	145
5 p.m - 6 p.m	145
6 p.m - 7 p.m	163
7 p.m - 8 p.m	109

Los indicadores de las operaciones de la Simulación en un día de demanda baja, se encuentran en la tabla 14

Tabla 14. Resumen de la Simulación para un día de demanda Tipo I (continuación)

INDICADOR	VALOR
Promedio de clientes atendidos por cajero	76
Promedio de minutos de atención a un cliente	3,03
Promedio de tiempo en cola (minutos)	8,74
Promedio de clientes en cola	2
Promedio de Tiempo en el Almacén (minutos)	30,25
Número de personas que realizan compras	1.805
Tasa media de clientes atendidos por hora	139

Los porcentajes de tiempo activo y tiempo ocioso de los cajeros por hora en un día de demanda baja, se encuentran en la tabla 15.

Tabla 15. Porcentajes de Utilización de los Cajeros por hora en día tipo I

Horario	% Tiempo activo	% Tiempo Ocioso
7 a.m - 8 a.m	41%	58%
8 a.m - 9 a.m	29%	71%
9 a.m - 10 a.m	52%	48%
10 a.m - 11 a.m	59%	40%
11 a.m - 12 m	61%	38%
12 m - 1 p.m	48%	51%
1 p.m - 2 p.m	49%	50%
2 p.m - 3 p.m	62%	37%
3 p.m - 4 p.m	61%	38%
4 p.m - 5 p.m	70%	29%
5 p.m - 6 p.m	70%	29%
6 p.m - 7 p.m	59%	41%
7 p.m - 8 p.m	43%	57%

Según la tabla las horas donde se presenta un mayor porcentaje de tiempo activo de los cajeros está entre las 4 p.m y las 6 p.m con un 70 %, que coincide con las horas donde se presenta una mayor afluencia de clientes.

Los porcentajes de tiempo activo y ocioso de los cajeros y de los cooperados por zona, en un día de demanda baja, se encuentran en el tabla 16.

Tabla 16. Porcentajes de Utilización de los Recursos en caja en día Tipo I

Recursos	% Tiempo activo	% Tiempo Ocioso
Cajeros	54,23	45,77
Cooperados de FRUVER	30,68	69,32
Cooperados de Servicio al cliente	33,66	66,34
Cooperados de cajas Traseras	33,30	66,70

Los cajeros son aquellos recursos que presentan un mayor porcentaje de tiempo activo con un 54,23%.

5.4 RESULTADOS DE UN DÍA TIPO II (DEMANDA NORMAL)

5.4.1 Procesos para la Simulación de un día de demanda normal

- Se tomó la programación de los cajeros del tipo de día, suministrada por el Administrador de Punto de venta del Almacén, quien es el encargado de realizar la programación el día anterior. La programación representativa de un día de demanda normal por turnos, se encuentra en la tabla 17. El número de cajeros que promedio trabaja en un día de demanda normal es de 23.
- Se introdujeron los datos en el modelo, las distribuciones de los arribos, y los turnos.
- Se midieron los indicadores.

Tabla 17. Turnos de un día de demanda normal

	Rango de hora			
	Comienza	Termina	Comienza	Termina
Turno 1	7 a.m	1 p.m	5 p.m	7 p.m
Turno 2	8 a.m	12 m	4 p.m	8 p.m
Turno 3	8 a.m	1 p.m	4 p.m	7 p.m
Turno 4	8 a.m	12 m	3 p.m	7 p.m
Turno 5	8 a.m			4 p.m
Turno 6	10 a.m			6 p.m

	Rango de hora			
	Comienza	Termina	Comienza	Termina
Turno 7	11 a.m			7 p.m
Turno 8	8 a.m	12 m	2 p.m	6 p.m
Turno 9	8 a.m			2 p.m

Fuente: Departamento de Operaciones y Logística – Megatiendas Express

Al igual que un día de demanda baja, los turnos pueden estar sujetos a cambios en el día.

Para un día de demanda normal, en promedio trabajan 23 cajeros en el almacén. Los resultados de los tiempos de operaciones y caja, que arrojó la Simulación, para un día de demanda normal, se muestran en la tabla 18.

Tabla 18. Resultados de la Simulación para un día de demanda normal (continuación)

Locación	Clientes atendidos	Promedio tiempo en cola (minutos)	Promedio de clientes en cola	Minutos de atención por cliente
Caja1	111	25,86	0,78	5,46
Caja10	112	35,81	3,42	2,91
Caja11	94	39,55	1,23	3,14
Caja12	86	11,93	0,23	3,12
Caja13	106	19,41	0,56	2,88
Caja14	119	39,55	3,47	2,95
Caja16	73	6,55	0,26	3,18
Caja17	56	14,81	0,27	3,00
Caja2	90	9,40	0,25	3,13
Caja21	116	25,99	1,64	2,68
Caja22	107	35,81	1,33	3,07
Caja23	108	17,06	0,53	3,08
Caja24	110	21,25	0,86	3,03
Caja25	132	38,95	4,79	5,03
Caja26	81	15,21	0,29	3,04
Caja27	73	35,46	1,57	3,07
Caja3	102	7,25	0,27	3,08
Caja4	97	20,44	0,58	2,76
Caja5	81	21,74	0,66	3,12

Locación	Clientes atendidos	Promedio tiempo en cola (minutos)	Promedio de clientes en cola	Minutos de atención por cliente
Caja6	101	25,68	1,02	3,12
Caja7	38	8,47	0,07	2,77
Caja8	86	25,99	0,60	3,24
Caja9	95	38,95	1,25	5,69

La tasa de clientes atendidos por hora de la Simulación en un día de demanda normal, se encuentran en la tabla 19

Tabla 19. Tasa de clientes atendidos en un día Tipo II por hora

Horario	Tasa de clientes
7 a.m - 8 a.m	109
8 a.m - 9 a.m	130
9 a.m - 10 a.m	217
10 a.m - 11 a.m	217
11 a.m - 12 m	217
12 m - 1 p.m	174
1 p.m - 2 p.m	174
2 p.m - 3 p.m	174
3 p.m - 4 p.m	174
4 p.m - 5 p.m	217
5 p.m - 6 p.m	152
6 p.m - 7 p.m	109
7 p.m - 8 p.m	87

Los valores de los indicadores de las operaciones de la Simulación en un día de demanda normal, se encuentran en la tabla 20.

Tabla 20. Resumen de la Simulación para un día de demanda Tipo II

INDICADOR	VALOR
Promedio de clientes atendidos por cajero	96
Promedio de minutos de atención a un cliente	3,33
Promedio de tiempo en cola (minutos)	23,52

Promedio de clientes en cola	3
Promedio de tiempo en el Almacén (minutos)	34,98
Número de personas que realizan compras	2.174
Tasa media de clientes atendidos por hora	165

Los porcentajes de tiempo activo y tiempo ocioso de los cajeros por hora en un día de demanda normal, se encuentran en el tabla 21.

Tabla 21. Porcentajes de Utilización de los Cajeros por hora en día tipo II (continuación)

Horario	% Tiempo activo	% Tiempo Ocioso
7 a.m - 8 a.m	42%	60%
8 a.m - 9 a.m	30%	73%
9 a.m - 10 a.m	53%	49%
10 a.m - 11 a.m	61%	41%
11 a.m - 12 m	63%	39%
12 m - 1 p.m	50%	53%
1 p.m - 2 p.m	50%	52%
2 p.m - 3 p.m	64%	38%
3 p.m - 4 p.m	63%	39%
4 p.m - 5 p.m	72%	30%
5 p.m - 6 p.m	72%	30%
6 p.m - 7 p.m	61%	42%
7 p.m - 8 p.m	44%	58%

Al igual que un día de demanda baja, los mayores porcentajes de actividad de los cajero con un 70%, se encuentran en el intervalo de las 4 p.m hasta las 6 p.m.

Los porcentajes de tiempo activo y ocioso de los cajeros y de los cooperados por zona, en un día de demanda normal, se encuentran en el tabla 22.

Tabla 22. Porcentajes de Utilización de los Recurso en días Tipo II

Recursos	% Tiempo activo	% Tiempo Ocioso
Cajeros	55,43	44,57
Cooperados de FRUVER	31,54	68,46
Cooperados de Servicio al cliente	36,68	63,32
Cooperados de cajas Traseras	35,40	64,60

5.5 RESULTADOS DE UN DÍA TIPO III (DEMANDA ALTA)

5.4.1 Procesos para la Simulación de un día de demanda normal

- Se tomó la programación de los cajeros del tipo de día, suministrada por el Administrador de Punto de venta del Almacén, quien es el encargado de realizar la programación el día anterior. La programación representativa de un día de demanda normal por turnos, se encuentra en la tabla 23. El número de cajeros que promedio trabaja en un día de demanda alta es de 24.
- Se introdujeron los datos en el modelo, las distribuciones de los arribos, y los turnos.
- Se midieron los indicadores.

Tabla 23. Turnos de un día de demanda alta

	Rango de hora			
	Comienza	Termina	Comienza	Termina
Turno 1	7 a.m	1 p.m	4 p.m	8 p.m
Turno 2	7 a.m			3 p.m
Turno 3	8 a.m			4 p.m
Turno 4	8 a.m	1 p.m	3 p.m	8 p.m
Turno 5	11 a.m			7 p.m
Turno 6	8 a.m			4 p.m
Turno 7	9 a.m			5 p.m
Turno 8	8 a.m	12 m	2 p.m	6 p.m
Turno 9	9 a.m	3 p.m	5 p.m	7 p.m

Fuente: Departamento de Operaciones y Logística – Megatiendas Express

Para un día de demanda baja, en promedio trabajan 24 cajeros en el almacén, con la consideración que pueden trabajar más de 8 horas en el día. Los resultados de los tiempos de operaciones y caja, que arrojó la Simulación, para un día de demanda alta, se muestran en la tabla 24.

Tabla 24. Resultados de la Simulación para un día de demanda alta

Locación	Clientes atendidos	Promedio tiempo en cola (minutos)	Promedio de clientes en cola	Minutos de atención por cliente
Caja1	110	18,76	4,72	5,11
Caja10	122	29,67	6,48	5,97
Caja11	109	31,55	5,52	5,76
Caja12	123	59,00	6,48	5,09
Caja13	151	44,39	8,02	6,91
Caja14	107	15,52	3,55	5,34
Caja16	110	178,55	8,70	4,86
Caja17	114	107,35	4,20	6,68
Caja18	113	11,63	2,50	5,44
Caja2	101	14,80	2,72	5,39
Caja21	146	34,98	6,77	7,81
Caja22	176	44,80	7,90	6,61
Caja23	137	28,44	8,55	5,26
Caja24	131	21,25	6,09	5,68
Caja25	125	27,88	5,69	6,23
Caja26	137	30,80	4,39	6,93
Caja27	142	70,05	7,90	5,27
Caja3	97	9,90	2,69	6,79
Caja4	132	31,64	8,47	5,14
Caja5	100	15,09	2,10	4,68
Caja6	98	116,03	8,02	6,11
Caja7	132	35,29	6,77	5,71
Caja8	130	39,79	4,39	4,88
Caja9	148	42,00	4,72	6,72

La tasa de clientes atendidos por hora de la Simulación en un día de demanda normal, se encuentran en la tabla 25

Tabla 25. Tasa de clientes atendidos en un día Tipo III por hora (continuación)

Horario	Tasa de clientes
7 a.m - 8 a.m	180
8 a.m - 9 a.m	210
9 a.m - 10 a.m	270

10 a.m - 11 a.m	300
11 a.m - 12 m	240
12 m - 1 p.m	270
1 p.m - 2 p.m	270
2 p.m - 3 p.m	270
3 p.m - 4 p.m	240
4 p.m - 5 p.m	270
5 p.m - 6 p.m	210
6 p.m - 7 p.m	180
7 p.m - 8 p.m	150

Los valores de los indicadores de las operaciones del modelo de Simulación en un día de demanda alta, se encuentran en la tabla 26.

Tabla 26. Resumen de la Simulación para un día de demanda Tipo III (continuación)

INDICADOR	VALOR
Promedio de clientes atendidos por cajero	125
Promedio de minutos de atención a un cliente	5,84
Promedio de tiempo en cola (minutos)	44,13
Promedio de clientes en cola	3
Promedio de Tiempo en el Almacén	35,08
Número de personas que realizan compras	3.002
Tasa media de clientes atendidos por hora	235

Los porcentajes de tiempo activo y tiempo ocioso de los cajeros por hora en un día de demanda normal, se encuentran en el tabla 27.

Tabla 27. Porcentajes de Utilización de los Cajeros por hora en día Tipo III (continuación)

Horario	% Tiempo activo	% Tiempo Ocioso
7 a.m - 8 a.m	44%	63%
8 a.m - 9 a.m	31%	76%
9 a.m - 10 a.m	56%	51%
10 a.m - 11 a.m	64%	43%
11 a.m - 12 m	66%	41%
12 m - 1 p.m	52%	55%

1 p.m - 2 p.m	53%	55%
2 p.m - 3 p.m	67%	40%
3 p.m - 4 p.m	66%	41%
4 p.m - 5 p.m	76%	31%
5 p.m - 6 p.m	76%	31%
6 p.m - 7 p.m	63%	44%
7 p.m - 8 p.m	46%	61%

Para los 3 tipos de días los mayores porcentajes de actividad de los cajeros se obtienen entre las 4 p.m y las 6 p.m.

Los porcentajes de tiempo activo y ocioso de los cajeros y de los cooperados por zona, en un día de demanda baja, se encuentran en la tabla 28.

Tabla 28. Porcentajes de Utilización de los Recursos en caja en día tipo III

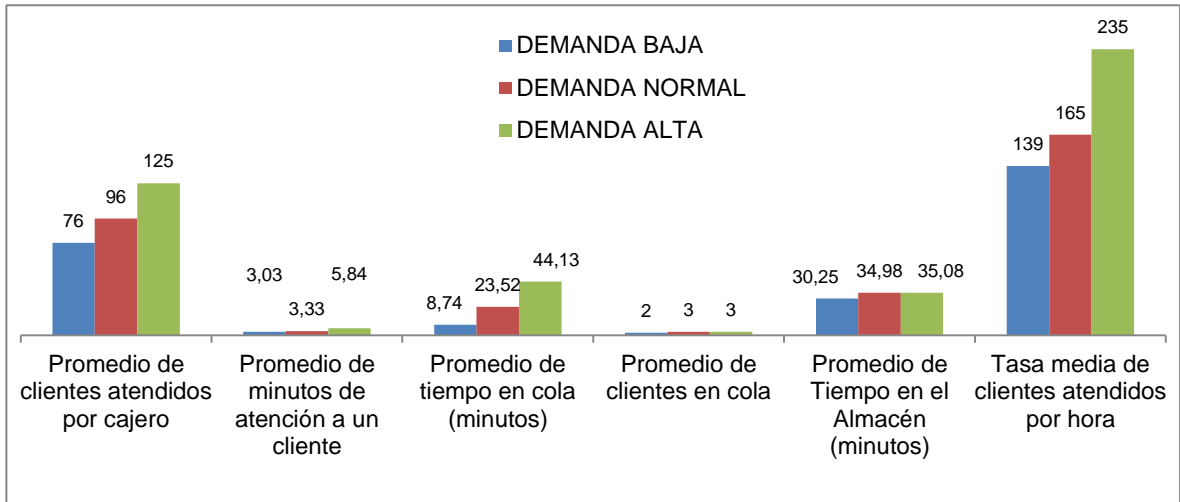
Recursos	% Tiempo activo	% Tiempo Ocioso
Cajeros	58,38	41,62
Cooperados de FRUVER	36,40	63,60
Cooperados de Servicio al cliente	35,37	64,63
Cooperados de cajas Traseras	37,63	62,37

5.6 COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LOS TRES TIPOS DE DÍAS

Se utilizaron diagramas de barras para comparar las series de los datos de los diferentes tipos de días.

Las comparaciones de las operaciones en caja, están reflejadas en la gráficas 5 y 6.

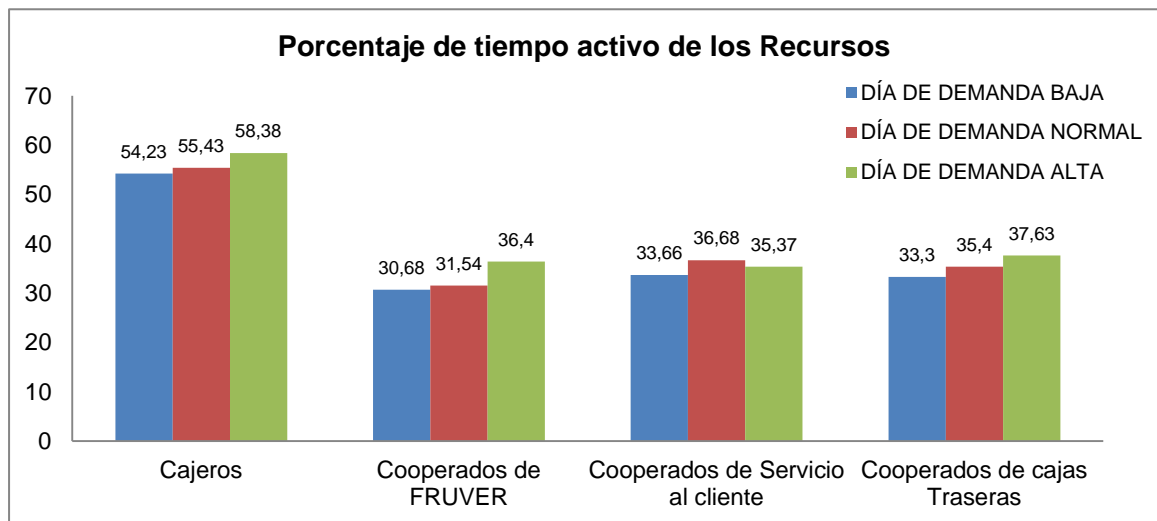
Gráfica 5. Gráfica comparativa de las operaciones en caja en los 3 tipos de días



Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar que el aumento en los indicadores es proporcional tipo de día, es decir, entre mayor sea la afluencia de clientes, mayor es el tiempo promedio de clientes en cola, el tiempo de permanencia en cola. Los tiempos promedio en el sistema no son muy variables con respecto al tipo de día.

Gráfica 6. Gráfica comparativa de los porcentajes de tiempo activo en los 3 tipos de días



Fuente: Elaboración Propia

Las variaciones de tiempo activo de los recursos utilizados en los 3 tipos de días no son significativas de acuerdo a la gráfica 6, tienden a ser iguales.

5.7 VALIDACIÓN DEL DÍA TIPO I (DEMANDA BAJA)

Los resultados de la Simulación y del Informe de Productividad que representan un día de demanda baja (día Tipo I), se encuentran en la tabla 29.

Tabla 29. Comparación de los Resultados de la Simulación con los Informes de Productividad de un día Tipo I

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN			INFORME DE PRODUCTIVIDAD		
Clientes atendidos	% Tiempo activo	Tiempo facturando	Clientes atendidos	% Tiempo activo	Tiempo facturando
83	29%	3,42	98	62%	6,17
77	29%	2,36	65	55%	4,32
75	41%	4,24	75	45%	3,25
88	57%	4,89	88	40%	3,10
77	58%	5,05	78	47%	3,47
61	71%	3,99	61	62%	6,15
73	34%	4,08	90	43%	4,07
49	57%	5,79	68	42%	3,23
70	55%	5,79	71	34%	2,50
109	50%	4,81	107	57%	4,24
77	56%	3,50	90	55%	4,38
104	55%	3,42	61	50%	4,13
107	45%	2,36	73	56%	4,47
100	40%	4,24	67	46%	3,46
82	47%	5,05	88	54%	4,34
62	62%	3,99	109	51%	4,40
85	43%	4,08	65	48%	2,25
75	42%	5,13	97	56%	4,11
79	34%	5,79	88	62%	4,50
87	57%	5,79	77	57%	4,26
39	45%	2,36	61	56%	4,47
80	40%	4,24	73	46%	3,46
67	47%	5,05	101	54%	4,34

Fuente: Elaboración propia

5.7.1 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo I

Los resultados de la prueba de hipótesis para comparación de varianzas de los resultados de la simulación y los datos del informe de productividad de cajas de Megatiendas, para un día Tipo I (demanda baja), se muestran a continuación:

5.7.1.1 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo I (clientes atendidos por cajero en el día)

$$\alpha = 5\%$$

$$\text{Hipotesis nula: } \sigma^2_1 / \sigma^2_2 = 1$$

$$\text{Hipotesis alternativa: } \sigma^2_1 / \sigma^2_2 \neq 1$$

$$\text{Varianza 1} = 289,534$$

$$\text{Varianza 2} = 230,625$$

$$F = 1,25543$$

$$P\text{-valor} = 0,598261$$

$$\text{Rango de Varianzas: } [0.532441, 2.96016]$$

Donde varianza 1 es la varianza de los resultados de la simulación de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo I.

Varianza 2 es la varianza de los datos del informe de productividad de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo I.

Como $P\text{-valor} > 0.05$ y 1 se encuentra dentro del rango de varianzas. Con un $\alpha = 5\%$ se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las varianzas de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.7.1.2 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo I (porcentaje de tiempo activo de los cajeros)

$$\alpha = 5\%$$

$$\text{Hipotesis nula: } \sigma^2_1 / \sigma^2_2 = 1$$

$$\text{Hipotesis alternativa: } \sigma^2_1 / \sigma^2_2 \neq 1$$

$$\text{Varianza 1} = 0,0118257$$

$$\text{Varianza 2} = 0,00557233$$

F = 2,12222
P-valor = 0,0845229

Rango de Varianzas: [0.900052, 5.00393]

Donde varianza 1 es la varianza de los resultados de la simulación de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo I.

Varianza 2 es la varianza de los datos del informe de productividad de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo I.

Como P-valor > 0.05 y 1 se encuentra dentro del rango de varianzas. Con un $\alpha = 5\%$ se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las varianzas de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.7.1.3 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo I (tiempo facturando en POS durante el día)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 = 1$
Hipotesis alternativa: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 \neq 1$

Varianza 1 = 1,16512
Varianza 2 = 0,85966

F = 1,35533
P-valor = 0,481649

Rango de Varianzas: [0.574807, 3.1957]

Donde varianza 1 es la varianza de los resultados de la simulación de la variable tiempo facturando en POS durante el día en un día tipo I.

Varianza 2 es la varianza de los datos del informe de productividad de la variable tiempo facturando en POS durante el día en un día tipo I.

Como P-valor > 0.05 y 1 se encuentra dentro del rango de varianzas. Con un $\alpha = 5\%$ se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las varianzas de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.7.2 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo I

Los resultados de la prueba de hipótesis para comparación de medias de los resultados de la simulación y los datos del informe de productividad de cajas de Megatiendas, para un día Tipo I (demanda baja), se muestran a continuación:

5.7.2.1 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo I (clientes atendidos por cajero en el día)

$$\alpha = 5\%$$

Hipotesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipotesis alternativa: $\mu_1 \neq \mu_2$

Media 1 = 78,5217

Media 2 = 80,4783

P-valor = 0,682765

Rango de diferencias de medias: [-11.5408, 7.62775]

Donde Media 1 es la media de los resultados de la simulación de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo I.

Media 2 es la media de los datos del informe de productividad de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo I.

Como P-valor > 0.05 y como 0 se encuentra dentro del rango de diferencia de medias. Con un $\alpha = 5\%$, se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.7.2.2 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo I (% tiempo activo de los cajeros)

$$\alpha = 5\%$$

Hipotesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipotesis alternativa: $\mu_1 \neq \mu_2$

Media 1 = 0,475652
Media 2 = 0,512174

P-valor = 0,191059

Rango de diferencias de medias: [-0.0919513, 0.0189078]

Donde Media 1 es la media de los resultados de la simulación de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo I.

Media 2 es la media de los datos del informe de productividad de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo I.

Como P-valor > 0.05 y como 0 se encuentra dentro del rango de diferencia de medias. Con un $\alpha = 5\%$, se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.7.2.3 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo I (tiempo facturando en POS durante el día)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipotesis alternativa: $\mu_1 \neq \mu_2$

Media 1 = 4,32261
Media 2 = 4,04652

P-valor = 0,357185

Rango de diferencias de medias: [-0.321884, 0.874058]

Donde Media 1 es la media de los resultados de la simulación de la variable tiempo facturando en POS en un día tipo I.

Media 2 es la media de los datos del informe de productividad de la variable tiempo facturando en POS en un día tipo I.

Como P-valor > 0.05 y como 0 se encuentra dentro del rango de diferencia de medias. Con un $\alpha = 5\%$, se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del modelo y los datos del informe real.

Conclusión: Con base a los resultados de las pruebas de hipótesis, las cuales arrojaron que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias y las varianzas de las variables de prueba de clientes atendidos por cajero durante el día, porcentaje de tiempo activo de los cajeros y tiempo facturando en POS durante todo el día en un día tipo I (demanda baja). Podemos concluir que el modelo de simulación se ajusta al comportamiento real del sistema con un nivel de confianza de 95%.

5.8 VALIDACIÓN DEL DÍA TIPO II (DEMANDA NORMAL)

Los resultados de la Simulación y del Informe de Productividad que representan un día de demanda normal (día Tipo II), se encuentran en la tabla 30.

Tabla 30. Comparación de los Resultados de la Simulación con los Informes de Productividad de un día Tipo II (continuación)

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN			INFORME DE PRODUCTIVIDAD		
Clientes atendidos	% Tiempo activo	Tiempo facturando	Clientes atendidos	% Tiempo activo	Tiempo facturando
111	53%	3,42	107	60%	6,10
112	61%	2,45	119	65%	6,35
94	63%	4,32	117	64%	5,87
86	55%	4,97	106	70%	5,37
106	51%	5,13	69	60%	4,67
119	51%	4,08	99	61%	3,59
73	58%	4,34	132	66%	3,42
56	55%	3,54	119	64%	6,11
90	52%	6,35	100	55%	5,38
116	52%	5,87	90	51%	4,34
107	42%	5,87	82	51%	3,54
108	54%	4,97	137	58%	6,35
110	57%	3,59	140	55%	5,11
132	55%	3,42	103	52%	4,48
81	53%	2,45	105	52%	4,55
73	63%	6,07	135	54%	6,38
102	50%	6,34	87	57%	5,15
97	50%	5,53	82	55%	5,02

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN			INFORME DE PRODUCTIVIDAD		
Clientes atendidos	% Tiempo activo	Tiempo facturando	Clientes atendidos	% Tiempo activo	Tiempo facturando
81	64%	4,08	79	53%	4,44
101	63%	4,08	116	48%	5,53
38	72%	5,22	87	63%	6,45
86	42%	5,13	98	52%	6,15
95	30%	5,87	108	50%	6,05

5.8.1 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo II

Los resultados de la prueba de hipótesis para comparación de varianzas de los resultados de la simulación y los datos del informe de productividad de cajas de Megatiendas, para un día Tipo II (demanda normal), se muestran a continuación:

5.8.1.1 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo II (clientes atendidos por cajero en el día)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 = 1$

Hipotesis alternativa: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 \neq 1$

Varianza 1 = 454,17

Varianza 2 = 389,356

F = 1,16647

P-valor = 0,721198

Rango de Varianzas: [0.494709, 2.75039]

Donde varianza 1 es la varianza de los resultados de la simulación de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo II.

Varianza 2 es la varianza de los datos del informe de productividad de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo II.

Como P-valor > 0.05 y 1 se encuentra dentro del rango de varianzas. Con un $\alpha = 5\%$ se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las varianzas de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.8.1.2 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo II (porcentaje de tiempo activo de los cajeros)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 = 1$

Hipotesis alternativa: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 \neq 1$

Varianza 1 = 0,00757866

Varianza 2 = 0,00361779

F = 2,09483

P-valor = 0,0899057

Rango de Varianzas: [0.888438, 4.93937]

Donde varianza 1 es la varianza de los resultados de la simulación de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo II.

Varianza 2 es la varianza de los datos del informe de productividad de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo II.

Como P-valor > 0.05 y 1 se encuentra dentro del rango de varianzas. Con un $\alpha = 5\%$ se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las varianzas de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.8.1.3 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo II (tiempo facturando en POS durante el día)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 = 1$

Hipotesis alternativa: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 \neq 1$

Varianza 1 = 1,37422

Varianza 2 = 0,934199

F = 1,47102

P-valor = 0,372286

Rango de Varianzas: [0.623874, 3.46849]

Donde varianza 1 es la varianza de los resultados de la simulación de la variable tiempo facturando en POS durante el día en un día tipo II.

Varianza 2 es la varianza de los datos del informe de productividad de la variable tiempo facturando en POS durante el día en un día tipo II.

Como P-valor > 0.05 y 1 se encuentra dentro del rango de varianzas. Con un $\alpha = 5\%$ se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las varianzas de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.8.2 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo II

Los resultados de la prueba de hipótesis para comparación de medias de los resultados de la simulación y los datos del informe de productividad de cajas de Megatiendas, para un día Tipo II (demanda normal), se muestran a continuación:

5.8.2.1 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo II (clientes atendidos por cajero en el día)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipotesis alternativa: $\mu_1 \neq \mu_2$

Media 1 = 94,5217

Media 2 = 105,087

P-valor = 0,0880386

Rango de diferencias de medias: [-22.7703, 1.63986]

Donde Media 1 es la media de los resultados de la simulación de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo II.

Media 2 es la media de los datos del informe de productividad de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo II.

Como P-valor > 0.05 y 0 se encuentra dentro del rango de diferencia de medias. Con un $\alpha = 5\%$, se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.8.2.2 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo II (% tiempo activo de los cajeros)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipotesis alternativa: $\mu_1 \neq \mu_2$

Media 1 = 0,541739

Media 2 = 0,572174

P-valor = 0,174739

Rango de diferencias de medias: [-0.0749011, 0.0140315]

Donde Media 1 es la media de los resultados de la simulación de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo II.

Media 2 es la media de los datos del informe de productividad de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo II.

Como P-valor > 0.05 y 0 se encuentra dentro del rango de diferencia de medias. Con un $\alpha = 5\%$, se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.8.2.3 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo II (tiempo facturando en POS durante el día)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipotesis alternativa: $\mu_1 \neq \mu_2$

Media 1 = 4,65609

Media 2 = 5,23478

P-valor = 0,0745407

Rango de diferencias de medias: [-1.21718, 0.0597868]

Donde Media 1 es la media de los resultados de la simulación de la variable tiempo facturando en POS en un día tipo II.

Media 2 es la media de los datos del informe de productividad de la variable tiempo facturando en POS en un día tipo II.

Como P-valor > 0.05 y 0 se encuentra dentro del rango de diferencia de medias. Con un $\alpha = 5\%$, se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del modelo y los datos del informe real.

Conclusión: Con base a los resultados de las pruebas de hipótesis, las cuales arrojaron que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias y las varianzas de las variables de prueba de clientes atendidos por cajero durante el día, porcentaje de tiempo activo de los cajeros y tiempo facturando en POS durante todo el día en un día tipo II (demanda normal). Podemos concluir que el modelo de simulación se ajusta al comportamiento real del sistema con un nivel de confianza de 95%.

5.9 VALIDACIÓN DEL DÍA TIPO III (DEMANDA ALTA)

Los resultados de la Simulación y del Informe de Productividad que representan un día de demanda alta (día Tipo III), se encuentran en la tabla 31.

Tabla 31. Comparación de los Resultados de la Simulación con los Informes de Productividad de un día Tipo III

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN			INFORME DE PRODUCTIVIDAD		
Clientes atendidos	% Tiempo activo	Tiempo facturando	Clientes atendidos	% Tiempo activo	Tiempo facturando
110	53%	3,57	135	73%	5,44
122	67%	2,52	149	75%	7,11
109	66%	4,55	134	64%	5,44
123	76%	5,20	145	69%	6,21
151	76%	5,36	138	66%	5,32
107	63%	4,22	113	66%	5,36
110	46%	4,30	110	72%	5,32

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN			INFORME DE PRODUCTIVIDAD		
Clientes atendidos	% Tiempo activo	Tiempo facturando	Clientes atendidos	% Tiempo activo	Tiempo facturando
114	53%	5,44	119	65%	5,35
113	67%	5,36	135	67%	5,35
101	66%	6,17	95	63%	4,32
146	76%	6,17	107	70%	5,46
176	56%	5,12	128	62%	5,23
137	64%	3,74	105	62%	5,28
131	66%	3,57	121	66%	5,26
125	52%	2,52	121	59%	4,49
137	56%	4,55	107	57%	4,53
142	64%	5,20	128	67%	6,04
97	66%	5,36	158	57%	5,35
132	52%	4,22	124	64%	5,17
100	44%	4,30	113	59%	5,46
98	31%	5,44	94	56%	4,16
132	76%	5,36	138	31%	3,2
130	44%	6,17	133	47%	3,2
148	31%	6,17	143	61%	6,08

5.9.1 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo III

Los resultados de la prueba de hipótesis para comparación de varianzas de los resultados de la simulación y los datos del informe de productividad de cajas de Megatiendas, para un día Tipo III (demanda alta), se muestran a continuación:

5.9.1.1 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo III (clientes atendidos por cajero en el día)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 = 1$

Hipotesis alternativa: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 \neq 1$

Varianza 1 = 391,375

Varianza 2 = 286,042

F = 1,36824

P-valor = 0,457971

Rango de Varianzas: [0.591893, 3.16289]

Donde varianza 1 es la varianza de los resultados de la simulación de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo III.

Varianza 2 es la varianza de los datos del informe de productividad de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo III.

Como P-valor > 0.05 y 1 se encuentra dentro del rango de varianzas. Con un $\alpha = 5\%$ se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las varianzas de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.9.1.2 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo III (porcentaje de tiempo activo de los cajeros)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 = 1$

Hipotesis alternativa: $\sigma^2_1 / \sigma^2_2 \neq 1$

Varianza 1 = 0,0170433

Varianza 2 = 0,00828623

F = 2,05682

P-valor = 0,0904965

Rango de Varianzas: [0.889767, 4.75463]

Donde varianza 1 es la varianza de los resultados de la simulación de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo III.

Varianza 2 es la varianza de los datos del informe de productividad de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo III.

Como P-valor > 0.05 y 1 se encuentra dentro del rango de varianzas. Con un $\alpha = 5\%$ se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las varianzas de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.9.1.3 Prueba de hipótesis para homogeneidad de varianzas para un día tipo III (tiempo facturando en POS durante el día)

$$\alpha = 5\%$$

$$\text{Hipotesis nula: } \sigma^2_1 / \sigma^2_2 = 1$$

$$\text{Hipotesis alternativa: } \sigma^2_1 / \sigma^2_2 \neq 1$$

$$\text{Varianza 1} = 1,12311$$

$$\text{Varianza 2} = 0,753156$$

$$F = 1,49121$$

$$\text{P-valor} = 0,344798$$

$$\text{Rango de Varianzas: } [0.645086, 3.44714]$$

Donde varianza 1 es la varianza de los resultados de la simulación de la variable tiempo facturando en POS durante el día en un día tipo III.

Varianza 2 es la varianza de los datos del informe de productividad de la variable tiempo facturando en POS durante el día en un día tipo III.

Como P-valor > 0.05 y 1 se encuentra dentro del rango de varianzas. Con un $\alpha = 5\%$ se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las varianzas de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.9.2 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo III

Los resultados de la prueba de hipótesis para comparación de medias de los resultados de la simulación y los datos del informe de productividad de cajas de Megatiendas, para un día Tipo III (demanda alta), se muestran a continuación:

5.9.2.1 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo III (clientes atendidos por cajero en el día)

$$\alpha = 5\%$$

$$\text{Hipotesis nula: } \mu_1 = \mu_2$$

$$\text{Hipotesis alternativa: } \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\text{Media 1} = 124,625$$

$$\text{Media 2} = 124,708$$

P-valor = 0,987553

Rango de diferencias de medias: [-10.7774, 10.6108]

Donde Media 1 es la media de los resultados de la simulación de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo III.

Media 2 es la media de los datos del informe de productividad de la variable clientes atendidos por cajero por día en un día tipo III.

Como P-valor > 0.05 y 0 se encuentra dentro del rango de diferencia de medias. Con un $\alpha = 5\%$, se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.9.2.2 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo III (% tiempo activo de los cajeros)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipotesis alternativa: $\mu_1 \neq \mu_2$

Media 1 = 0,587917

Media 2 = 0,624167

P-valor = 0,270288

Rango de diferencias de medias: [-0.101643, 0.0291428]

Donde Media 1 es la media de los resultados de la simulación de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo III.

Media 2 es la media de los datos del informe de productividad de la variable porcentaje de tiempo activo de los cajeros en un día tipo III.

Como P-valor > 0.05 y 0 se encuentra dentro del rango de diferencia de medias. Con un $\alpha = 5\%$, se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del modelo y los datos del informe real.

5.9.2.3 Prueba de hipótesis para comparación de medias para un día tipo III (tiempo facturando en POS durante el día)

$\alpha = 5\%$

Hipotesis nula: $\mu_1 = \mu_2$
Hipotesis alternativa: $\mu_1 \neq \mu_2$

Media 1 = 4,77417
Media 2 = 5,17208

P-valor = 0,16144

Rango de diferencias de medias: [-0.96073, 0.164896]

Donde Media 1 es la media de los resultados de la simulación de la variable tiempo facturando en POS en un día tipo III.

Media 2 es la media de los datos del informe de productividad de la variable tiempo facturando en POS en un día tipo III.

Como P-valor > 0.05 y 0 se encuentra dentro del rango de diferencia de medias. Con un $\alpha = 5\%$, se puede inferir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del modelo y los datos del informe real.

Conclusión: Con base a los resultados de las pruebas de hipótesis, las cuales arrojaron que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias y las varianzas de las variables de prueba de clientes atendidos por cajero durante el día, porcentaje de tiempo activo de los cajeros y tiempo facturando en POS durante todo el día en un día tipo III (demanda alta). Podemos concluir que el modelo de simulación se ajusta al comportamiento real del sistema con un nivel de confianza de 95%.

6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS POLÍTICAS

En Megatiendas no hay unas políticas claras de caja rápida, personal polivalente y puntos de pesaje. En este capítulo se proponen el proceso de cómo deben funcionar las políticas y el impacto que estas traerán luego de ser implementadas.

Para medir el impacto de las políticas de caja rápida, personal polivalente y puntos de pesajes, se tomaron diferentes indicadores que describieran el comportamiento del negocio durante los 3 tipos de días. Se simularon diferentes escenarios con las diferentes políticas y, se evaluaron sus resultados.

Las indicadores que se midieron fueron: tiempo promedio de espera en cola, promedio de clientes en cola, promedio de tiempo de servicio en caja por cliente, promedio de tiempo activo de los cajeros, promedio del porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros, promedio de tiempo en el sistema por cliente y ventas totales en el día. Se crearon Indicadores globales para cada una de las variables y se calcularon los porcentajes de variaciones con respecto a las condiciones donde no se implementaban las políticas.

Se tomaron las anteriores indicadores, debido que el departamento de Operaciones y Logística de Megatiendas no tenía ningún registro, ni estudio realizado acerca del comportamiento de las colas en el almacén y, buscaban tener una alternativa de mejora en la prestación de servicio en caja y, por ende mejorar su rendimiento operacional.

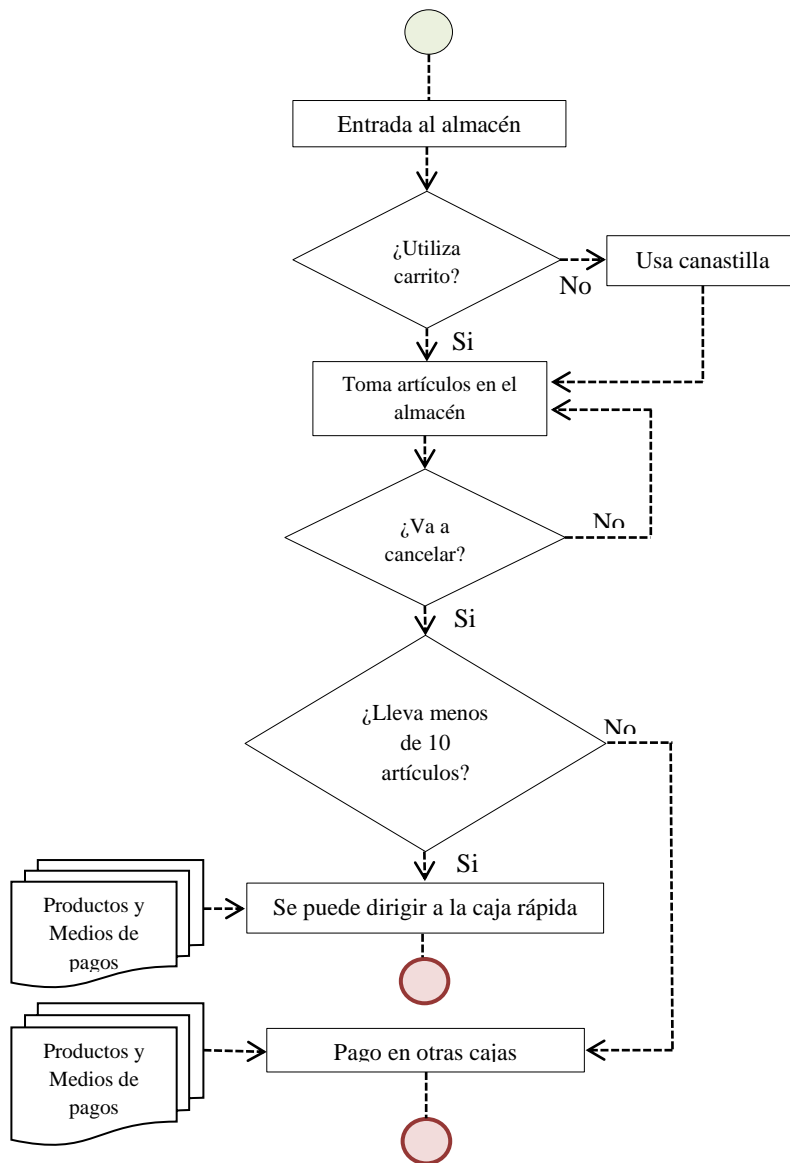
6.1 POLITICA DE CAJAS RÁPIDAS

La política de cajas rápidas, consiste en colocar cajas donde los clientes con pocos artículos (menos de 10), se dirigen allí, con el fin de descongestionar las colas en las otras cajas.

En Megatiendas Express actualmente no funciona un sistema de cajas rápidas y, los clientes han manifestado su inconformidad a la Directiva Comercial debido que esperan mucho tiempo en caja, cuando solo llevan pocos artículos.

La descripción del funcionamiento de las cajas rápidas, se encuentra esquematizada en la figura 23.

Figura 23. Funcionamiento de un Sistema de cajas rápidas.



Fuente: Elaboración Propia

6.2 POLITICA DE PERSONAL POLIVALENTE

La política de Personal Polivalente en Megatiendas Express, consiste en la utilización de personal del Departamento de Operaciones y Logística o del área Comercial que éste en capacidad de operar cajas en horas consideradas de alta afluencia de clientes, o en días considerados de alta demanda.

El Administrador de punto de Venta, se encarga de inspeccionar las operaciones del Almacén y, si considera que se requiere alguna(s) persona(s) que apoye la labor de cajas, debido al congestionamiento de las colas en caja, solicita personal que pueda ayudar a la atención de los clientes.

El personal polivalente, también puede ser utilizado en caso de ausentarse un cajero.

La polivalencia se ha establecido como una política que permita aumentar la satisfacción de los clientes y, evitar el congestionamiento de colas.

6.3 POLITICAS DE PESAJE

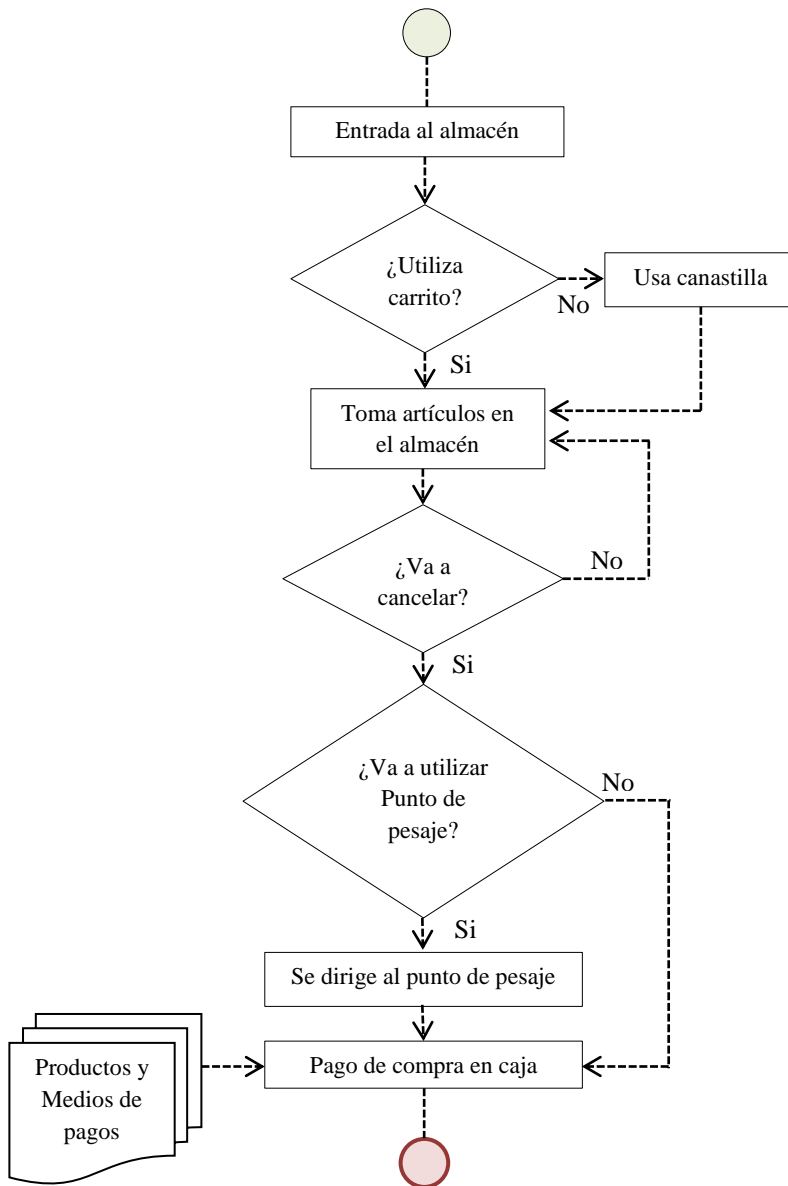
La política de pesaje en el Almacén consiste en colocar puntos de registros de productos sin código de barra. Los clientes que lleven productos de FRUVER u otros sin código de barra, se dirigen a los puntos de pesaje, donde les registran los productos y se los devuelven en una bolsa con un 'ticket', que contiene el precio de los mismos.

La razón de colocar los puntos de pesaje es descongestionar las colas en caja y prestar una rápida atención a los clientes, debido que si antes debían de registrar múltiples productos sin código de barras, si son registrados en los puntos de pesaje, solo se registraría como uno solo al momento de realizar el pago en caja.

El funcionamiento de los puntos de pesaje, se esquematiza en la figura 24.

Es un esfuerzo de la Gerencia de Megatiendas llevar a cabo la implementación de las políticas antes mencionadas, con el propósito de brindarles a los clientes una rápida y oportuna atención, permitir el descongestionamiento de las colas y, en general que el cliente se sienta a gusto con el servicio prestado por el supermercado.

Figura 24. Funcionamiento de Política de Pesaje



Fuente: Elaboración Propia

6.4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS POLÍTICAS EN EL MODELO DE SIMULACIÓN

Después de haberse descrito el funcionamiento de cada política, se implementaron, teniendo en cuenta el impacto que causan en los indicadores definidos. Se realizó una comparación entre la situación actual del negocio y los

diferentes escenarios simulados con la implementación de cada una de las políticas.

6.4.1 Evaluación de la política de caja rápida

Para la evaluación de la política de caja rápida en Megatiendas Express fue necesario simular diferentes escenarios donde se colocará 1, 2 y hasta 3 cajas rápidas en funcionamiento durante los 3 tipos de días y medir su impacto en la actividad de las otras cajas que se encontraban abiertas en el día.

La política establece que solo los clientes que vayan a pagar menos de 10 artículos en caja, pueden dirigirse a cancelar sus productos en la(s) caja(s) rápida(s).

Los resultados de la simulación de la implementación de la política de caja rápida en un día tipo I y su variación con respecto a las condiciones actuales, se encuentran en la tabla 32.

Tabla 32. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de caja rápida en un día tipo I (continuación)

INDICADOR	Sin políticas	Con 1 caja rápida	% Variación	Con 2 cajas rápidas	% Variación	Con 3 cajas rápidas	% Variación
Promedio de clientes en cola	2	1	-50%	1	-50%	1	-50%
Promedio de tiempo en cola	8,74	4,02	-54%	4,01	-54%	1,37	-84%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	54,23	42,35	-22%	43,07	-21%	37,6	-31%
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	45,77	57,64	26%	56,92	24%	62,39	36%
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	30,25	42,06	39%	41,87	38%	36,42	20%

INDICADOR	Sin políticas	Con 1 caja rápida	% Variación	Con 2 cajas rápidas	% Variación	Con 3 cajas rápidas	% Variación
Promedio de tiempo de atención en caja	3,03	3,55	17%	3,44	14%	3,45	14%
Ventas del día	\$ 158,69	\$ 162,89	3%	\$ 165,78	4%	165,25	4%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

Los resultados de la simulación de la implementación de la política de caja rápida en un día tipo II y su variación con respecto a las condiciones actuales, se encuentran en la tabla 33.

Tabla 33. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de caja rápida en un día tipo II

INDICADOR	Sin políticas	Con 1 caja rápida	% Variación	Con 2 cajas rápidas	% Variación	Con 3 cajas rápidas	% Variación
Promedio de clientes en cola	3	1	-67%	1	-67%	1	-67%
Promedio de tiempo en cola	23,52	4,81	-80%	3,2	-86%	2,41	-90%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	55,43	51,94	-6%	51,75	-7%	49,81	-10%
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	44,57	48,05	8%	48,24	8%	50,187	13%
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	34,98	45,76	31%	42,31	21%	42,37	21%
Promedio de tiempo de atención en caja	3,33	3,48	5%	3,2	-4%	3,24	-3%
Ventas del día	\$ 194,85	\$ 197,78	2%	\$ 198,29	2%	\$ 198,80	2%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

Los resultados de la simulación de la implementación de la política de caja rápida en un día tipo III y su variación con respecto a las condiciones actuales, se encuentran en la tabla 34.

Tabla 34. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de caja rápida en un día tipo III

INDICADOR	Sin políticas	Con 1 caja rápida	% Variación	Con 2 cajas rápidas	% Variación	Con 3 cajas rápidas	% Variación
Promedio de clientes en cola	3	2	-33%	1	-67%	1	-67%
Promedio de tiempo en cola	35,08	5,34	-85%	4,37	-88%	4,16	-88%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	58,38	59,69	2%	56,74	-3%	56,33	-4%
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	41,62	40,3	-3%	43,25	4%	43,67	5%
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	35,08	47,68	36%	45,11	29%	42,43	21%
Promedio de tiempo de atención en caja	5,84	3,3	-43%	3,15	-46%	3,51	-40%
Ventas del día	\$ 262,88	262,98	0%	\$ 265,74	1%	265,23	1%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

6.4.1.1 Análisis del impacto de la política de caja rápida en cada uno de los indicadores de rendimiento por tipo de día

Para realizar el análisis del impacto de la política de caja rápida en los indicadores de rendimiento en cada uno de los 3 tipos de días, se realizó un ANOVA (Análisis

de Varianza), para establecer de acuerdo al P-valor, el impacto significativo de la implementación de la política en cada indicador.

Los valores de los P-valores por día se encuentran en la tabla 35.

Tabla 35. P-valores del impacto de la política de caja rápida de las tablas ANOVA por tipo de día

INDICADOR	Día tipo I	Día tipo II	Día tipo III
Promedio de clientes en cola	0,00678	0,00587854	0,00632927
Promedio de tiempo en cola	0,4607	0,00167204	0,31395204
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	0,12	0,07278921	0,09639461
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	0,5315	0,00518434	0,0224967
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	0,0947	0,0276305	0,06116525
Promedio de tiempo de atención en caja	0,9648	0,02596757	0,49538378
Ventas del día	0,5048	0,04616802	0,0275484

Mirando los resultados de los p-valores para esta política se encuentra que por lo menos para el día tipo I (demanda baja), no hay diferencia significativa en los indicadores, salvo, el promedio de clientes en cola, que quiere decir que cualquier variación de la política de caja rápida, afecta a este indicador. En contraste, para los días tipo II (demanda normal), se tiene que hay diferencia significativa casi en todos los indicadores, con lo cual podemos inferir que cualquier cambio en la política de caja rápida afecta en gran medida el rendimiento de los indicadores de un día de demanda media. En el día de demanda media, el único que difiere es el porcentaje de tiempo activo de los cajeros.

En lo que respecta al día tipo III (demanda alta), se obtienen resultados mixtos, pues para los indicadores: promedio de tiempo en cola, promedio de tiempo activo de los cajeros, promedio de tiempo de clientes en el sistema y promedio de tiempo de atención en caja, no se halla diferencia significativa, es decir que cualquier variación en la política no afecta significativamente estos indicadores; para el resto ocurre lo contrario, en los cuales cualquier variación en la política impacta en el rendimiento de esos indicadores.

6.4.1.2 Conclusiones de la evaluación de la política de caja rápida

En lo referente a la política de cajas rápidas se observa que esta proporciona buena calidad en las mejoras, con resultados de 50% e incluso superiores en los indicadores promedio clientes en cola y promedio tiempo de tiempo en cola, como se muestra en las tablas 32, 33 y 34. Se nota a su vez, que la decisión de tener una dos o tres cajas rápidas depende propiamente del tipo de día. También, se nota que el promedio de tiempo en atención en caja disminuye y cuando este aumenta, lo hace muy levemente, nunca superior al 20%, lo cual nos lleva a concluir que si bien la implementación de esta política si bien no muestra resultados netamente excelentes, los resultados que nos ofrece son muy atractivos.

6.4.2 Evaluación de la política de personal polivalente

Para evaluar la Política de Pesaje, se acudió al departamento de Operaciones y Logística para conocer en cuales horarios, personal de su departamento normalmente apoyaba en la operación de cajas y, fue suministrada la información que el personal apoyaba en caja en las horas consideradas 'pico', es decir, de 10 a.m a 12 m y/o de 4 p.m a 6 p.m. O en ciertas ocasiones si un cajero(a) se ausentaba por algún motivo, personal capacitado del departamento podía tomar un turno de cajero, según fuese la necesidad.

Los resultados de la simulación de la implementación de la política de polivalencia del personal en un día tipo I y su variación con respecto a las condiciones actuales, se encuentran en la tabla 36.

Tabla 36. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de personal polivalente en un día tipo I (continuación)

INDICADOR	Sin políticas	Con Personal Polivalente	% Variación
Promedio de clientes en cola	2	2	0%
Promedio de tiempo en cola	8,74	7,42	-15%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	54,23	51,02	-6%
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	45,77	48,97	7%

INDICADOR	Sin políticas	Con Personal Polivalente	% Variación
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	30,25	32,34	7%
Promedio de tiempo de atención en caja	3,03	4,403	45%
Ventas del día	\$ 158,69	\$ 159,20	0,32%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

Los resultados de la simulación de la implementación de la política de polivalencia del personal en un día tipo II y su variación con respecto a las condiciones actuales, se encuentran en la tabla 37.

Tabla 37. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de personal polivalente en un día tipo II

INDICADOR	Sin políticas	Con Personal Polivalente	% Variación
Promedio de clientes en cola	3	3	0%
Promedio de tiempo en cola	23,52	17,18	-27%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	55,43	65,01	17%
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	44,57	34,98	-22%
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	34,98	37,53	7%
Promedio de tiempo de atención en caja	3,33	4,1	23%
Ventas del día	\$ 194,85	203,7	4,54%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

Los resultados de la simulación de la implementación de la política de polivalencia del personal en un día tipo III y su variación con respecto a las condiciones actuales, se encuentran en la tabla 38.

Tabla 38. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de personal polivalente en un día tipo III

INDICADOR	Sin políticas	Con Personal Polivalente	% Variación
Promedio de clientes en cola	3	2	-33%
Promedio de tiempo en cola	35,08	8,21	-77%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	58,38	69,3	19%
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	41,62	30,69	-26%
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	35,08	32,62	-7%
Promedio de tiempo de atención en caja	5,84	6,65	14%
Ventas del día	\$ 262,88	\$ 270,46	2,88%

6.4.2.1 Análisis del impacto de la política de personal polivalente en cada uno de los indicadores de rendimiento por tipo de día

Para realizar el análisis del impacto de la política de personal polivalente en los indicadores de rendimiento en cada uno de los 3 tipos de días, se realizó un ANOVA (Análisis de Varianza), para establecer de acuerdo al P-valor, el impacto significativo de la implementación de la política en cada indicador.

Los valores de los P-valores por día se encuentran en la tabla 39.

Tabla 39. P-valores del impacto de la política de personal polivalente de las tablas ANOVA por tipo de día (continuación)

INDICADOR	Día tipo I	Día tipo II	Día tipo III
Promedio de clientes en cola	0,0007	0,00492195	0,00339615
Promedio de tiempo en cola	0,0608	0,25066403	0,42863549
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	0,5748	0,21599596	0,41903215

INDICADOR	Día tipo I	Día tipo II	Día tipo III
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	0,434	0,50222528	0,43191374
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	0,3972	0,14517394	0,14227046
Promedio de tiempo de atención en caja	0,0011	0,37181284	0,61349118
Ventas del día	0,3596	0,29651301	0,69087531

Haciendo una observación similar para la política de personal polivalente, se tiene que para esta política, los días tipo I (demanda baja), no hay diferencias significativas en la mayoría de indicadores, salvo, el promedio de clientes en cola y promedio de atención en caja. Lo anterior quiere decir que cualquiera variación en la política de personal polivalente impacta significativamente en los indicadores de promedio de clientes en cola y tiempo promedio en cola.

Se tiene, por su parte que para los días tipo II (demanda (normal), también la mayoría de indicadores no presentan diferencias significativas, solamente difiere en ello el promedio de clientes en cola. Se obtienen exactamente la misma situación en los días tipo III (demanda alta). Con lo cual podemos concluir que cualquier variación en la política de personal polivalente en días tipo II y III, afecta significativamente al promedio de clientes en cola.

6.4.2.2 Conclusiones de la evaluación de la política de personal polivalente

Se obtienen resultados mixtos con relación al uso de personal polivalente. Se encuentran algunos resultados muy positivos en la evaluación de estas políticas para los días de demanda alta (ver tablas 36, 37 y 38). En los días de demanda alta y media se ve un aumento del tiempo activo de los cajeros y consecuentemente disminución del tiempo ocioso en los mismos con unas variaciones de entre 17% y 26%; en contraste en los día de demanda baja, se encuentra que ocurre lo contrario, esto debido a la menor concurrencia en las instalaciones en estos tipos de días, algo que es sumamente lógico, teniendo en cuenta que entre menor sea la concurrencia en el almacén, es más probable es que haya ocio en las cajas.

Se obtienen resultados altamente positivos con relación al promedio de clientes en cola y al promedio de tiempo en cola, pues, lucen muy atractivas las

disminuciones (33% y 77% respectivamente) de estos indicadores en los días de demanda alta.

Sin embargo, se ven aumentos muy altos en el promedio de tiempo total en el sistema y en el promedio de tiempo de atención en caja, lo cual es particularmente delicado en el caso del promedio de atención en caja, debido a que es precisamente este indicador el que debería tener mayor disminución, no aumentos tan altos casi llegando al 50% como lo muestra la evaluación de la política. En conclusión, se observa en términos generales inefectiva la política de personal polivalente, debido a que muestra deficiencia en el indicador relacionado precisamente con la operación a la cual está orientada la política, que es la atención en caja.

6.4.3 Evaluación de la política de punto de pesaje

Para la evaluación de la política de punto de pesaje en Megatiendas Express fue necesario simular diferentes escenarios donde se colocará 1, 2 y hasta 3 puntos de pesaje en funcionamiento durante los 3 tipos de días y medir su impacto en las variables tomadas para medir el comportamiento del sistema.

Los resultados de la simulación de la implementación de la política de puntos de pesaje en un día tipo I y su variación con respecto a las condiciones actuales, se encuentran en la tabla 40.

Tabla 40. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de política de pesaje en un día tipo I (continuación)

INDICADOR	Sin políticas	Con 1 punto de pesaje	% Variación	Con 2 puntos de pesaje	% Variación	Con 3 puntos de pesaje	% Variación
Promedio de clientes en cola	2	1	-50%	1	-50%	1	-50%
Promedio de tiempo en cola	8,74	4,95	-43%	5,79	-34%	6,56	-25%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	54,23	46,6	-14%	45,97	-15%	47,42	-13%

INDICADOR	Sin políticas	Con 1 punto de pesaje	% Variación	Con 2 puntos de pesaje	% Variación	Con 3 puntos de pesaje	% Variación
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	45,77	53,39	17%	54,02	18%	52,57	15%
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	30,25	30,21	0%	31,11	3%	32,16	6%
Promedio de tiempo de atención en caja	3,03	3,06	1%	3,33	10%	3,21	6%
Ventas del día	\$ 158,69	\$ 152,41	-4%	\$ 153,78	-3%	\$ 157,65	-1%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

Los resultados de la simulación de la implementación de la política de puntos de pesajes un día tipo II y su variación con respecto a las condiciones actuales, se encuentran en la tabla 41.

Tabla 41. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de la política de puntos de pesaje en un día tipo II (continuación)

INDICADOR	Sin políticas	Con 1 punto de pesaje	% Variación	Con 2 puntos de pesaje	% Variación	Con 3 puntos de pesaje	% Variación
Promedio de clientes en cola	3	2	-33%	2	-33%	1	-67%
Promedio de tiempo en cola	23,52	9,4	-60%	13,67	-42%	10,79	-54%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	55,43	60,71	10%	60,23	9%	58,61	6%
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	44,57	39,28	-12%	39,79	-11%	41,38	-7%

INDICADOR	Sin políticas	Con 1 punto de pesaje	% Variación	Con 2 puntos de pesaje	% Variación	Con 3 puntos de pesaje	% Variación
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	34,98	33,14	-5%	39,79	14%	35,14	0%
Promedio de tiempo de atención en caja	3,33	3,67	10%	3,21	-4%	3,15	-5%
Ventas del día	\$ 194,85	\$ 196,91	1%	\$ 202,84	4%	\$ 191,93	-1%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

Los resultados de la simulación de la implementación de la política de puntos de pesajes un día tipo III y su variación con respecto a las condiciones actuales, se encuentran en la tabla 42.

Tabla 42. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la implementación de puntos de pesaje en un día tipo III (continuación)

INDICADOR	Sin políticas	Con 1 punto de pesaje	% Variación	Con 2 puntos de pesaje	% Variación	Con 3 puntos de pesaje	% Variación
Promedio de clientes en cola	3	2	-33%	2	-33%	2	-33%
Promedio de tiempo en cola	35,08	8,59	-76%	7,61	-78%	11,24	-68%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	58,38	66,05	13%	61,99	6%	64,36	10%
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	41,62	33,94	-18%	38	-9%	35,63	-14%
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	35,08	32,89	-6%	32,77	-7%	36,09	3%

INDICADOR	Sin políticas	Con 1 punto de pesaje	% Variación	Con 2 puntos de pesaje	% Variación	Con 3 puntos de pesaje	% Variación
Promedio de tiempo de atención en caja	5,84	4,49	-23%	4,38	-25%	4,22	-28%
Ventas del día	\$ 262,88	\$ 276,99	5%	\$ 262,38	0%	\$ 270,46	3%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

6.4.3.1 Análisis del impacto de la política de punto de pesaje en cada uno de los indicadores de rendimiento por tipo de día

Para realizar el análisis del impacto de la política de puntos de pesaje en los indicadores de rendimiento en cada uno de los 3 tipos de días, se realizó un ANOVA (Análisis de Varianza), para establecer de acuerdo al P-valor, el impacto significativo de la implementación de la política en cada indicador.

Los valores de los P-valores por día se encuentran en la tabla 43.

Tabla 43. P-valores del impacto de la política de puntos de peaje de las tablas ANOVA por tipo de día

INDICADOR	Día tipo I	Día tipo II	Día tipo III
Promedio de clientes en cola	0,03432	0,23466765	0,08067831
Promedio de tiempo en cola	0,803	0,02803259	0,01822119
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	0,6431	0,02498353	0,49967064
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	0,0672	0,49050669	0,04659814
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	0,434	0,14469003	0,00810264
Promedio de tiempo de atención en caja	0,005848	0,04120926	0,00688195
Ventas del día	0,5528	0,36224006	0,30428165

Se observa para esta política que en los días tipo I (demanda baja), se presenta diferencias significativas solamente en los indicadores: promedio de clientes en

cola y promedio de atención en caja, es decir, que cualquier variación en esta política impacta en los indicadores mencionados. Posteriormente se observan resultados mixtos para los días tipo II y tipo III.

Para los días tipo II, no hay diferencia significativa en los indicadores: promedio de clientes en cola, promedio de tiempo ocioso en los cajeros, promedio de tiempo del cliente en el sistema, y las ventas al día.

Por su parte, para los días tipo III, no se halló diferencias significativas para los indicadores: promedio de los clientes en cola, promedio de tiempo activo de los cajeros, y las ventas al día, con lo cual podemos concluir que cualquier variación en la política de punto de pesaje no impacta significativamente en estos indicadores.

6.4.3.2 Conclusiones de la evaluación de la política de punto de pesajes

Con respecto a la política de pesaje, se encuentran resultados sumamente positivos con las disminuciones (entre 33% y 78%) en el promedio de clientes en cola y promedio de tiempo en cola. También se ven resultados positivos en su mayor parte en lo referente al tiempo activo de los cajeros y el tiempo de ocio, salvo los días de demanda baja, ello debido a la baja concurrencia estos días, algo que se explicó anteriormente.

6.4.4 Recomendaciones de la implementación de las políticas por tipo de día

Mirando la situación más puntual y específicamente, para cada uno de los tipos de días, se encuentra lo siguiente:

Se tendrá por ejemplo que para un día Tipo I (demanda baja), lo ideal sería tener dos cajas rápidas en funcionamiento en las instalaciones del almacén debido a que con ello se logran resultados muy significativos como una disminución sustancial en el promedio de clientes en cola y en el promedio de tiempo en cola, con disminuciones del 50% y 54% respectivamente. Sin embargo no se tendrán cifras tan alentadoras en los demás indicadores, en el caso de las actividades en las cajas, se tendrá más ocio y menos tiempo activo, lo mismo sucede con el promedio de clientes en el almacén y el tiempo total en el sistema.

No sería pertinente la aplicación de la política de personal polivalente en este tipo de día, pues los beneficios son casi nulos; aumentos en el ocio y disminuciones en los tiempos activos. También habría aumento en el promedio de tiempo del cliente en el sistema y el promedio de tiempo de atención en caja. Los resultados en el

promedio de cliente en cola y el promedio de tiempo en cola son 0% y -15%, las cuales son unas variaciones bastante modestas.

Tampoco sería pertinente la aplicación de la política de pesaje, pues sus resultados son muy pobres. Aunque se descongestionan las colas, como lo muestran los indicadores relacionados con ellas, promedio de clientes en cola y promedio de tiempo en caja, hay aumentos en el ocio y en los tiempos de atención en caja.

En lo que respecta a los días Tipo II (demanda normal), sería prudente tener una caja rápida en funcionamiento, con ello, disminuye la congestión en las colas, así lo muestran los indicadores, aunque aumenta el ocio y disminuye el tiempo activo, esta opción ofrece los mejores resultados (ver tabla 43).

No es pertinente aplicar la política de personal polivalente, pues sigue habiendo aumentos en el tiempo de ocio y disminución en el tiempo activo, además las mejoras en el promedio de clientes en cola y el promedio de tiempo en cola son insuficientes (ver tabla 31).

Sería muy conveniente aplicar la política de pesaje (tres puestos de pesaje), pues esta, a pesar de que se afirma que es inefectiva en términos generales, para el día tipo II muestra resultados altamente interesantes; hay una disminución en el promedio de clientes en cola, también disminuye el ocio y aumenta el tiempo activo. El promedio de tiempo de cliente en el sistema y el promedio de atención en caja muestran también resultados positivos (ver tabla 40).

En lo que concierne al día Tipo III (demanda alta), sería bastante aconsejable usar una caja rápida en las instalaciones, es la alternativa que ofrece mejores beneficios, mostrando resultados positivos en los indicadores de promedio de clientes en cola y promedio de tiempo en cola, con unas disminuciones que llegan casi al 90%.

También resultaría sumamente conveniente la aplicación de la política de personal polivalente, pues se observa que los resultados son positivos para casi todos los indicadores (ver tabla 38).

En cuanto a la política de pesaje, sería prudente también aplicarla (con tres puntos de pesaje), se consiguen beneficios como la disminución del ocio y el aumento en el tiempo activo. Se disminuyen los tiempos de atención en caja (28%), también lo hacen el promedio de tiempo en cola y el promedio de clientes en cola (ver tabla 41).

6.4.5 Simulación de las recomendaciones por día

Debido que se han dado las recomendaciones de las combinaciones ideales de las políticas evaluadas, se simularon para medir su impacto en los indicadores establecidos.

Los resultados de las combinaciones de implementación de políticas recomendadas para un día tipo I, se encuentran en la tabla 44.

Tabla 44. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la recomendación de combinación de las políticas en un día tipo I (continuación)

INDICADOR	Sin políticas	Con Recomendación	% de Variación
Promedio de clientes en cola	2	1	-50%
Promedio de tiempo en cola	8,74	4,84	-45%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	54,23	40,29	-26%
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	45,77	59,70	30%
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	30,25	34,70	15%
Promedio de tiempo de atención en caja	3,03	3,08	2%
Ventas del día	\$ 158,69	\$159,18	0,31%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

Los resultados de las combinaciones de implementación de políticas recomendadas para un día tipo II, se encuentran en la tabla 45.

Observamos que son considerables las variaciones de la implementación de las políticas en un día de demanda baja, tanto que se aprecian hasta del 50%, como lo es el número promedio de clientes y la disminución en un 45% del tiempo promedio de espera en las colas; sin embargo el promedio de los porcentajes de tiempo activo de los cajeros disminuyeron en un 26%, con lo cual se puede inferir, que sería posible colocar un número menor de cajeros en el día y, con esa reducción aún se puede suplir la demanda de clientes.

Las ventas no tuvieron un aumento significativo, representando un aumento de 0,31%.

Tabla 45. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la recomendación de combinación de las políticas en un día tipo II

INDICADOR	Sin políticas	Con Recomendación	% de Variación
Promedio de clientes en cola	3	2	-33%
Promedio de tiempo en cola	23,52	13,62	-42%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	55,43	50,56	-9%
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	44,57	49,43	11%
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	34,98	34,18	-2%
Promedio de tiempo de atención en caja	3,33	3,05	-8%
Ventas del día	\$ 194,85	\$195,03	0,09%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

Se puede apreciar en la tabla 45, que hubo una disminución considerable en el promedio de clientes en cola (un 33%) y en promedio de tiempo en espera en las colas con una disminución del 42%. A pesar que estos dos indicadores son claves en la satisfacción de los clientes para que estos se puedan sentir bien atendidos, no hubo una variación significativa en el aumento de las ventas, pues solo representa un aumento del 0,09%.

Los resultados de las combinaciones de implementación de políticas recomendadas para un día tipo III, se encuentran en la tabla 46.

Tabla 46. Comparación de los Resultados de la Simulación con respecto a la recomendación de combinación de las políticas en un día tipo III (continuación)

INDICADOR	Sin políticas	Con Recomendación	% de Variación
Promedio de clientes en cola	3	2	-33%
Promedio de tiempo en cola	35,08	14,93	-57%
Porcentaje de tiempo activo de los cajeros	58,38	58,12	-0,4%

INDICADOR	Sin políticas	Con Recomendación	% de Variación
Porcentaje de tiempo ocioso de los cajeros	41,62	41,87	1%
Promedio de tiempo del cliente en el sistema	35,08	41,87	19%
Promedio de tiempo de atención en caja	5,84	4,30	-26%
Ventas del día	\$ 262,88	\$264,10	0,5%

*Los tiempos están expresados en minutos y las cifras en millones de pesos Colombianos.

Apreciando los porcentajes de variaciones en los indicadores, se nota que las variaciones más significativas son el promedio de clientes en cola y el promedio de tiempo en cola con una disminución del 33% y 57% respectivamente y, el promedio de tiempo de atención en caja, tiene una disminución considerable del 26%; sin embargo no hubo un impacto significativo en las ventas, aumentando solo un 0,5%.

6.5 PLANES PARA VARIACIONES DE DEMANDA

En esta parte del capítulo se explica cuáles son los planes de contingencia que se pueden estructurar con base a variaciones de demanda que se puedan presentar en cualquiera de los días de operaciones del Almacén. Se muestra cuáles son algunas de las recomendaciones a tener en cuenta para prestar un buen servicio a los clientes.

6.5.1 Reseña de días de alta demanda en el almacén

Son considerados días de alta demanda para el almacén, aquellos días los cuales superan los estándares normales de venta en un determinado periodo, además que poseen la particularidad de encontrarse incluidos dentro de un determinado espacio de tiempo como lo son los días del 14 al 20 y/o los últimos y primeros días del mes.

Para el caso identificado de los almacenes de Megatiendas Express se tienen identificados presupuestos o ventas de activación, los cuales detonarían

inmediatamente la planeación de estas actividades orientadas a la eficiencia de la operatividad del Negocio.

Para el almacén Prado, la venta de activación es de 320 millones en adelante. Dado que el presupuesto suministrado por comercial está basado en históricos más el crecimiento proyectado, y descrito hora a hora, se sabe a con una aproximación muy certera como preparar los elementos necesarios para garantizar la operatividad del negocio.

La razón para la fijación de estas ventas de activación es porque a medida que ha transcurrido el historial de las ventas, se ha tenido en cuenta la historia de las ventas de años anteriores para saber en qué época de ventas se está operando y a que se debe atender el negocio para cumplir con el presupuesto, debido que por lo general se incluyen en un mes algunas fechas claves que pueden variar positiva o negativamente el presupuesto según sea el caso, siendo estas variables a veces las causantes de imprevistos que pueden traer sorpresas a la hora de la ejecución de las ventas, y es en estas ocasiones cuando entra a jugar el conocimiento y la experiencia en situaciones anteriores que hayan presentado similitudes que lleven a conceptualizar cambios en la programación establecida.

De manera que es así como se inicia el proceso de planeación de estos planes que nos garanticen el cumplimiento de las metas y poder brindar un mejor servicio para los clientes y elevar el grado de satisfacción de los mismos.

6.5.2 Cálculo de los Coeficientes de Correlación entre las ventas y los arribos por día

Los planes de contingencia, se definieron como aquellos procedimientos alternativos al orden normal de las operaciones del supermercado. Cuyo fin es permitir el normal funcionamiento de este, aun cuando se puedan presentar variaciones en la demanda de cliente a diferentes horas del día.

Para conocer la tasa de arribos a razón de posibles variaciones en la demanda que se pudiesen presentar en cualquier momento, fue necesario calcular diferentes coeficientes de correlación entre las ventas esperadas y la tasa de arribos conocida por hora durante los 3 tipos de días.

Se realizó en anterior paso para conocer cuál sería una tasa media de tiempo entre arribos de clientes por hora y por cada entrada, debido a variaciones de demanda.

Las nuevas tasas de arribos calculadas, son los datos de entrada para el modelo y, se podrá observar el comportamiento del Almacén, debido a esa variación de demanda.

La estimación lineal utilizada sigue la fórmula de la ecuación 3

Ecuación 3. Estimación Lineal sin constante

$$Y = \beta X$$

Donde Y es el valor esperado de las ventas que se realizan por hora, β es el coeficiente de correlación y X es la tasa de arribos conocida por hora.

Los valores estimados de beta (β) para un día tipo I, se encuentran en la tabla 47.

Tabla 47. Valores estimados de beta (β) por hora en un día tipo I

HORARIO	Entrada Principal	Entrada Trasera
7 a.m - 8 a.m	1,08	1,08
8 a.m - 9 a.m	1,08	1,08
9 a.m - 10 a.m	1,08	1,08
10 a.m - 11 a.m	1,08	1,08
11 a.m - 12 m	1,08	1,08
12 m - 1 p.m	1,08	1,08
1 p.m - 2 p.m	1,08	1,08
2 p.m - 3 p.m	1,08	1,08
3 p.m - 4 p.m	1,08	1,08
4 p.m - 5 p.m	1,08	1,08
5 p.m - 6 p.m	1,08	1,08
6 p.m - 7 p.m	1,08	1,08
7 p.m - 8 p.m	1,08	1,08

Los valores estimados de beta (β) para un día tipo II, se encuentran en la tabla 48.

Tabla 48. Valores estimados de beta (β) por hora en un día tipo II (continuación)

HORARIO	Entrada Principal	Entrada Trasera
7 a.m - 8 a.m	1,12	1,12

HORARIO	Entrada Principal	Entrada Trasera
8 a.m - 9 a.m	1,12	1,12
9 a.m - 10 a.m	1,12	1,12
10 a.m - 11 a.m	1,12	1,12
11 a.m - 12 m	1,12	1,12
12 m - 1 p.m	1,12	1,12
1 p.m - 2 p.m	1,12	1,12
2 p.m - 3 p.m	1,12	1,12
3 p.m - 4 p.m	1,12	1,12
4 p.m - 5 p.m	1,12	1,12
5 p.m - 6 p.m	1,12	1,12
6 p.m - 7 p.m	1,12	1,12
7 p.m - 8 p.m	1,12	1,12

Los valores estimados de beta (β) para un día tipo II, se encuentran en la tabla 49.

Tabla 49. Valores estimados de beta (β) por hora en un día tipo III (continuación)

HORARIO	Entrada Principal	Entrada Trasera
7 a.m - 8 a.m	1,06	1,06
8 a.m - 9 a.m	1,06	1,06
9 a.m - 10 a.m	1,06	1,06
10 a.m - 11 a.m	1,06	1,06
11 a.m - 12 m	1,06	1,06
12 m - 1 p.m	1,06	1,06
1 p.m - 2 p.m	1,06	1,06
2 p.m - 3 p.m	1,06	1,06
3 p.m - 4 p.m	1,06	1,06
4 p.m - 5 p.m	1,06	1,06
5 p.m - 6 p.m	1,06	1,06
6 p.m - 7 p.m	1,06	1,06
7 p.m - 8 p.m	1,06	1,06

Después de calcular los valores estimados de Beta hora a hora de los 3 tipos de día, en un archivo Excel, se recalcularon los valores de la tasa de arribos correlacionada con las ventas por hora siguiendo la fórmula de la ecuación 4.

Ecuación 4. Estimación de los arribos

$$X = \frac{Y}{\beta}$$

Donde X es la nueva tasa de arribos, teniendo en cuenta su correlación con Y (Ventas por hora) y β (beta), coeficiente de correlación.

Con el valor de la tasa de arribos, se estimó el tiempo medio entre arribos, tomando los intervalos de 1 hora (60 minutos).

El departamento de Operaciones y Logística, trabaja en base a un presupuesto de ventas por hora; sin embargo, el sistema del supermercado, está expuesto a que se presenten variaciones de demanda que puede afectar el normal funcionamiento de las operaciones.

El calcular las tasas medias de arribos, con los coeficientes de correlación obtenidos, le permitió a la Directiva del departamento de Operaciones y Logística, tomar acciones de riesgo, en caso que se presentase algún tipo de variación en la demanda en cualquiera de los 3 tipos de días.

El prever el comportamiento del sistema con la herramienta de Simulación, permitió en cierta forma prestar un buen servicio a los clientes, colocando el número de cajeros necesarios para suplir la demanda de clientes, colocar los puntos de pesajes convenientes, mirar si era necesario apoyo en caja del personal polivalente del departamento, todo con el fin que el cliente se sintiese a gusto con la atención. Buscando el descongestionamiento de las colas, disminuyendo el tiempo de espera de los clientes.

6.5.3 Planes para personal operativo

Este es un tema, que se ha venido desarrollando y al cual se le ha prestado mucha atención, a razón que son considerables las variantes que se han ido efectuando a medida que las ventas y el movimiento del negocio así lo ha requerido. Es así, que tomando como base el presupuesto que se envía por parte

del Departamento Comercial, el cual a su vez basado en las ventas hora del mismo mes del año anterior, procede a enviar cuantos cajeros requieren en determinadas horas. Para esto el negocio debe contar con figuras de cajeros fijos y sabatinos que faciliten la flexibilidad de la programación y la presencia de las cajeras necesarias para el manejo del punto de venta.

6.5.3.1 Planes Operativos para días de alta demanda

Para los días Picos, se debe hacer uso de herramientas que faciliten la movilidad y flujo de clientes tales como puntos de pesaje ubicados estratégicamente (aunque su impacto estadísticamente no es significativo en los indicadores de rendimiento, en cierta forma ayudan en el descongestionamiento de las colas), cajas rápidas, donde clientes con pocos artículos, se puedan dirigir allí (colocar por lo menos una caja rápida ayudaría en promedio al descongestionamiento de las colas en un 50%) para mejorar el proceso de rotación de clientes en las cajas en horas de mayor afluencia de clientes, prioritariamente entre 10 a.m – 12 m y las 4 p.m hasta las 6 p.m. Y para prestar un mejor servicio, se procedería a ordenar a las cajeras que se coloquen de pié, esto incrementaría considerablemente la velocidad de atención ya que les permite mayor amplitud de movimientos y aumenta la eficiencia y productividad de las mismas.

En cuanto a los cooperados, se debe proceder a programarlos de acuerdo al número de cajas que se tienen abiertas, y se toman prácticamente a 1.5 cooperados por caja y un máximo de 2, según sea necesario y, lo debe exigir la programación. También se le debe hacer revisión y limpieza periódica a los carritos que utilizan los clientes para contar con la totalidad de los mismos. Por lo general se debe hacer limpieza de los carritos y canastas cada 8 días, además que se les debe hacer inspección visual todos los días con el fin de detectar si necesitan limpieza antes de lo programado. Para esta labor debe existir apoyo del personal de aseo y se hace en la zona de lavado y llenado de tanques.

Para fechas claves de ventas se utilizan solamente para sacar las compras a las taxis, los carritos metálicos con que se cuenta en el piso, para dejar exclusivamente los rojos para ser utilizados por los clientes.

En días de alta afluencia de clientes, se hace necesario que se cuente con al menos con 3 personas adicionales para relevos, idas al baño y almuerzos.

Adicionalmente a esto se hace necesario que la planta de supervisores está completa y que se repartan fijos por frentes y solo quede 1 haciendo recogidas y demás actividades que ameriten movimiento. Se debe coordinar con sistemas para que durante la semana se realicen soporte a todos los equipos POS para garantizar el funcionamiento adecuado de los mismos los días en cuestión. Para el

tema de devoluciones, los administradores deberán elaborar planes de manejo de carros y devoluciones de ser necesario con el personal de Servicios generales para apoyar la labor y evitar carros por todos lados con mercancía de devolución.

6.5.3.2 Planes Operativos para días de demanda normal

Para los días normales, se puede hacer uso de los puntos de pesaje, por lo menos se debería colocar uno (aunque su impacto no es muy significativo en los indicadores de rendimiento, en cierta forma ayudan en el descongestionamiento de las colas) y, en las horas donde se prevea pueda subir el número de arribo de clientes, colocar 1 caja rápida, donde clientes con pocos artículos, se puedan dirigir allí (colocar por lo menos una caja rápida ayudaría en promedio al descongestionamiento de las colas en un 60%) para mejorar el proceso de rotación de clientes en las cajas en horas de mayor afluencia de clientes, prioritariamente entre 10 a.m – 12 m y las 4 p.m hasta las 6 p.m con el apoyo del personal polivalente en caso que se presenten congestiones en las colas o algún otro cajero pueda estar ausente

En cuanto a los cooperados, se debe proceder a programarlos de acuerdo al número de cajas que se tienen abiertas, y en día de demanda normal, se puede tomar de a 1 cooperados por caja, según sea necesario y, lo debe exigir la programación.

6.5.3.3 Planes Operativos para días de demanda baja.

Los días No picos ni de demanda normal, y entre Domingo a Miércoles (si no es quincena), se puede colocar a descansar al personal (a razón que el promedio de tiempo ocioso de los cajeros es de 45%).

En las horas en las que se puedan presentar mayor arribos de clientes, sería conveniente, por lo menos se debería colocar 1 caja rápida, que en cierta forma ayudará al descongestionamiento de las colas y, colocar 1 punto de pesaje, ayudaría en promedio al descongestionamiento de las colas en un 50%).

El uso del personal polivalente sería conveniente en horas de alta afluencia de clientes, o cuando se presente una demanda más alta de la esperada en el almacén. El impacto del uso de personal polivalente en los indicadores de rendimiento no es significativo, salvo en el tiempo promedio de atención al cliente que aumenta un 45%. Pero si se podría utilizar en caso de ausencia de un cajero.

En cuanto a los cooperados, en un día de demanda baja, se puede tomar de a 1 cooperados por cada dos cajas, según sea necesario y, lo debe exigir la programación.

7. CONCLUSIONES

Básicamente se podrían dividir en dos los tipos los factores que contribuyeron al surgimiento y florecimiento del estudio de la industria del retail y sus operaciones desde una óptica académica; factores externos e internos de la industria. Factores internos tales como la alta competencia, la necesidad de innovación en el desarrollo de formatos y canales de distribución, y la necesidad de un mejor entendimiento de la industria por parte de sus participantes; y factores externos como avances en las capacidades computacionales, desarrollos en las tecnologías de la información y la gran flexibilidad que nos brindan los métodos cuantitativos en los negocios para entender los sistemas.

Sin embargo, en esta industria existen muchos ejemplos de sistemas arcaicos de la planeación de los procesos, es por ello que en esta área se encuentra entonces un gran campo para profundizar y desarrollar estudios prácticos y teóricos.

Es así como se presentó esta investigación, como respuesta a los requerimientos que tiene la misma industria. Cabe destacar que fue posible desarrollarla gracias al seguimiento minucioso de los más relevantes desarrollos académicos en esta área, lo cual dio pie para ubicarse en un contexto y dadas las características del problema, aplicar la herramienta pertinente. El uso de la simulación no solo le permitirá a gran parte de la planta administrativa entender mejor el sistema en donde laboran, sino que permitirá identificar ineficiencias y sugerir mejoras en el sistema, en especial en lo relacionado a las políticas de pesaje, personal polivalente y cajas rápidas. Todo ello mediante las etapas naturales que tiene una investigación de esta índole que incluye la identificación del problema como tal, la definición del modelo y sus elementos, la realización de los experimentos y la documentación.

Bajo esta lógica, con el fin de llevar a cabo la presente investigación se procedió a realizar una descripción de los procesos de cada una de las secciones de la empresa, para esquematizar su funcionamiento, luego se realizó un análisis exhaustivo de los mismos para concluir en utilizar la herramienta de simulación para modelar las políticas de pesaje, cajas rápidas y personal polivalente, a su vez, analizando con profundidad las características y la naturaleza de las operaciones que se llevan a cabo en el supermercado Megatiendas Express.

Se evidencia con la investigación, que se hace necesario aumentar la interacción y la comunicación entre la academia y el sector productivo real con el fin de hacer más fácil el seguimiento de las prácticas que se llevan a cabo.

Se usó la herramienta computacional SIMIO®, software que nos permitió simular y evaluar las distintas alternativas de combinaciones que nos presentan las

políticas de cajas rápidas, pesaje y personal polivalente. Se diseñó el modelo animado en 3D, el software permitió una presentación bastante estética y amigable, gracias a su buena interfaz gráfica.

Tres etapas fueron de crucial importancia y trascendencia en el desarrollo de la investigación, estas fueron: la validación de los datos y la definición de los elementos del modelo y la evaluación de las políticas. Los datos fueron validados usando la herramienta Stat::Fit de Promodel®.

Los elementos comprenden las entidades, variables, procesos, locaciones y recursos a usar. Las entidades son representadas por los usuarios que ingresan a las instalaciones, que ingresan por la puerta trasera y delantera y toman ya sea un carrito o una canastilla, y aquellos clientes que usan o no punto de pesaje; las locaciones por su parte incluyeron ambas entradas, el almacén en general, los puntos de pesaje, los nodos de decisión, las cajas y las colas para pagar en estas.

En lo concerniente a las variables se centra la atención en estudiar el proceso de arribo de los clientes a las locaciones, cuya observación se llevó a cabo mediante la toma presencial de tiempos. También se estudiaron las probabilidades de que los usuarios usaran o no, carritos o canastillas en los diferentes tipos de días (I, II y III).

Los resultados de la simulación y la comparación de estos según el tipo de día, corroboran la lógica bajo la cual se definió el modelo, notándose que indicadores como el porcentaje de tiempo activo de los cajeros y porcentaje de tiempo ocioso de los mismos aumentan y disminuyen respectivamente, conforme la demanda es mayor, que en el caso del presente estudio se representa por los tipos de día (I, II, y III).

Posteriormente se puede notar en lo relacionado a las evaluaciones de las políticas de pesaje, personal polivalente y cajas rápidas se obtienen resultados bastantes mixtos en torno a los indicadores utilizados. Muestra de esta variedad en los resultados de algunos indicadores son, por ejemplo, el número promedio de clientes en cola, disminuye con la aplicación de las políticas de cajas rápidas y de puntos de pesaje, sin embargo no es tan efectiva la política de personal polivalente para este indicador. También por ejemplo, el promedio de tiempo de clientes en cola, el cual es un indicador de gran interés, se observó un relativo nivel de efectividad en el uso de las tres políticas, disminuyendo con la aplicación de estas. Se toma en cuenta como indicador las ventas diarias, aunque en realidad, es un indicador ligado más propiamente a la demanda del almacén, que a las operaciones de este.

Dada esa variedad que se presenta en los resultados, fue necesario identificar cuáles serían las combinaciones de políticas que de alguna forma retornan mayores porcentajes de mejora, es decir, que con su implementación se genera

en mayor medida un cambio positivo para las variables en las cuales se centra la presente investigación. Esto es posible hacerlo de dos formas; la primera es en términos generales, es decir analizando el impacto global de cada política; y la segunda es analizando puntualmente la situación que se presenta en cada uno de los tipos de días (I, II y III).

En cuanto a la política de cajas rápidas se observa que esta proporciona buena calidad en las mejoras, con resultados de 50% e incluso superiores en los indicadores promedio clientes en cola y promedio tiempo de tiempo en cola en cada uno de los 3 tipos de días. Se nota a su vez, que la decisión de tener una dos o tres cajas rápidas depende propiamente del tipo de día. También, se apreció que el promedio de tiempo en atención en caja disminuye y cuando este aumenta, lo hace muy levemente, nunca superior al 20%, lo cual nos lleva a concluir que si bien la implementación de esta política si bien no muestra resultados netamente excelentes, los resultados que nos ofrece son muy atractivos.

Se observó que se obtuvieron resultados mixtos con relación al uso de personal polivalente. Se encuentran algunos resultados muy positivos en la evaluación de estas políticas para los días de demanda alta. En los días de demanda alta y media se ve un aumento del tiempo activo de los cajeros y consecuentemente disminución del tiempo ocioso en los mismos con unas variaciones de entre 17% y 26%; en contraste en los día de demanda baja, se encuentra que ocurre lo contrario, esto debido a la menor concurrencia en las instalaciones en estos tipos de días, algo que es sumamente lógico, teniendo en cuenta que entre menor sea la concurrencia en el almacén, es más probable es que haya ocio en las cajas.

Se obtuvieron resultados altamente positivos con relación al promedio de clientes en cola y al promedio de tiempo en cola, pues, resultaron muy atractivas las disminuciones (33% y 77% respectivamente) de estos indicadores en los días de demanda alta; sin embargo, se ven aumentos muy altos en el promedio de tiempo total en el sistema y en el promedio de tiempo de atención en caja, lo cual es particularmente delicado en el caso del promedio de atención en caja, debido a que es precisamente este indicador el que debería tener mayor disminución, no aumentos tan altos casi llegando al 50% como lo muestra la evaluación de la política. En conclusión, se observa en términos generales no muy productiva la política de personal polivalente, debido a que muestra deficiencia en el indicador relacionado precisamente con la operación a la cual está orientada la política, que es la atención en caja.

Con respecto a la política de pesaje, se encuentran resultados sumamente positivos con las disminuciones (entre 33% y 78%) en el promedio de clientes en cola y promedio de tiempo en cola. También se observaron resultados positivos en su mayor parte en lo referente al tiempo activo de los cajeros y el tiempo de ocio, salvo los días de demanda baja, ello debido a la baja concurrencia en estos días.

8. BIBLIOGRAFÍA

BALLOU RONALD H., Logística: Administración de la cadena de suministro, Editorial Pearson, 5 ed., 2.004.

BANKS, CARSON, NELSON & NICOL, Discrete Event System Simulation, 5th Edición, Pearson Education.

CARDOZO G., DUARTE A., GARNICA L., Gestión Efectiva de Materiales, Ediciones Tecnológica de Bolívar. Cartagena, Colombia, 2.003.

GARCIA E., GARCIA H., CÁRDENAS L., Simulación de sistemas con Promodel, Ed. Pearson Educación, México D.F., México, 2.006.

IZAR LANDETA JUANM., Fundamentos de Investigación de Operaciones para Administración, Ed. Universidad San Luis Potosí, San Luis Potosí, México, 1.998.

JONES K., SIMMONS J., The retail environment. Rowledge Group, Nueva York City, NY, USA. 1.990.

KOK A., MARSHALL F., VAIDYANATHAN R., *and Assortment planning: Review of literature and Industry Practice*. Fuqua School of Business, Wharton Business School.

MEHROTRA NITIN, Indian Retail Sector, the Icfai University Press, Hyderabad, India, 2.007.

MIWA K., TAKAKUWA S., *Simulation modeling and analysis for instore merchandizing of retail stores with enhanced information technology*. In 2.008 Winter simulation conference. Institute of electric and electronic engineers, Inc.

MOYA NAVARRO MARCOS JAVIER, Investigación de Operaciones: Control de Inventarios y Teoría de Colas, Ed. Univ. Estatal a Distancia, San José, Costa Rica, 1.990.

NARENDRA A., SMITH S., Retail Supply Chain Management: Quantitative Methods and empirical studies. International Series in Operations Research and Management Sciences. Springer Editors. New York, NY, USA. 2.009.

NARENDRA A., SMITH S., *Multi-Location Inventory Models for Retail Supply Chain Management*. Department of Operations, Santa Clara University, Santa Clara, CA, USA.

PIERA M., GAUSCH T., CASANOVAS J., RAMOSJ., *Como mejorar la logística de su empresa mediante simulación*. Ed. Diaz de Santos, Madrid, España. 2.006.

REYNOLDS J., HOWARD E., DRAGUN D., ROSEWELL B., ORMEROD P., *Assessing the Productivity of the UK Retail Sector*. Templeton College, University Oxford, United Kingdom, Volterra Consulting Ltd.

RUSMEVICHIENTONG P., JUN Z., SHEN D., SHIMOYS B., *Dynamic Assortment Optimization with a Multinomial Logit Choice Model and Capacity Constraint*. UC Berkeley, Cornell University, 2.008.

SAMLI COSKUM, *Strategic marketing for success in retailing*, Greenwood Publishing Group. Westport, CT, USA. 1.998.

SMITH S., *Optimizing Retail Assortments for Diverse Customer Preferences*, Department of Operations, Santa Clara University, Santa Clara, CA, USA.

SEGEL RICK, *Retail Business Kit For Dummies*, Wiley Publishing Group. Hoboken, NJ, 2.008.

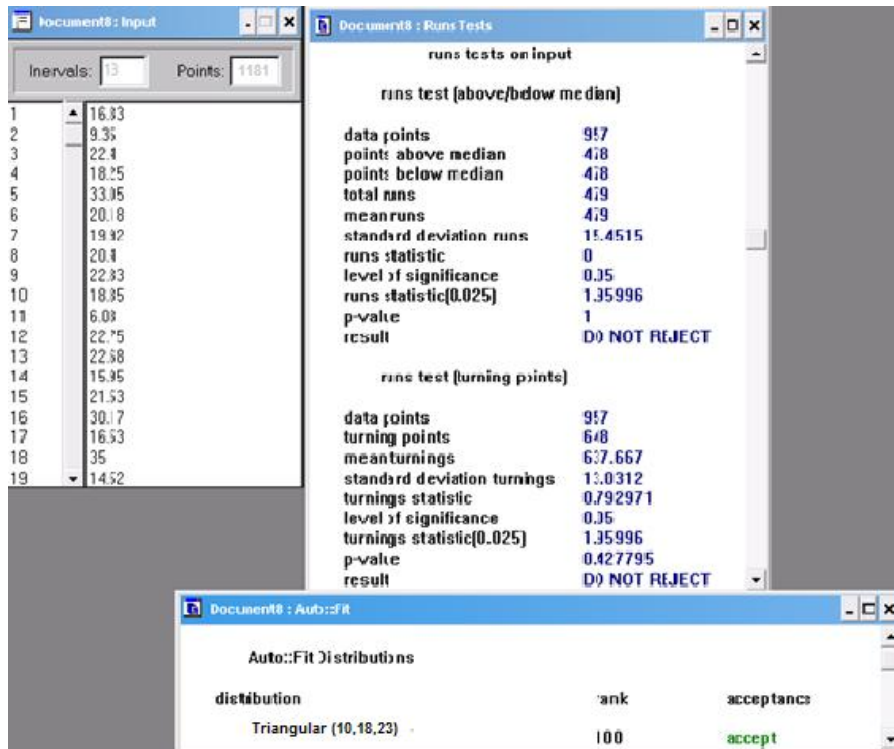
VALLETTE A., KHADG P., MORAGA R., ASOUDEG E., GHAYEB O., *Simulation in retail: A case study for process improvement in the receiving area*. In 2.009 Winter simulation conference. Industrial end Systems Engineering Department, Northern University Illinois, USA.

WAYNE WINSTON, *Investigación de Operaciones, Aplicaciones y Algoritmos*. Thomson Educación. 4ta. Edición. México D.F., México. 2.006.

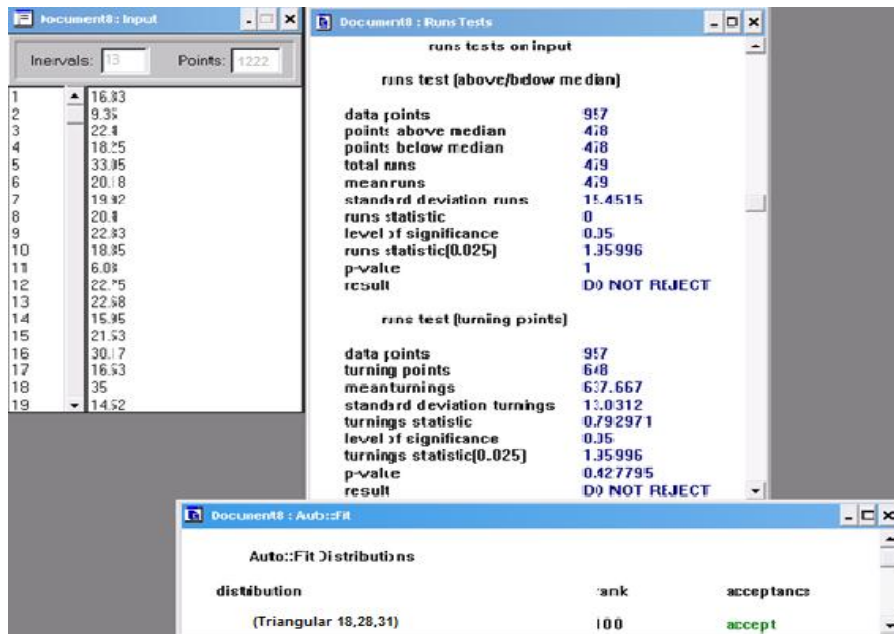
ANEXOS

Anexo A. Validación de los datos con la herramienta Stat::Fit de Promodel®

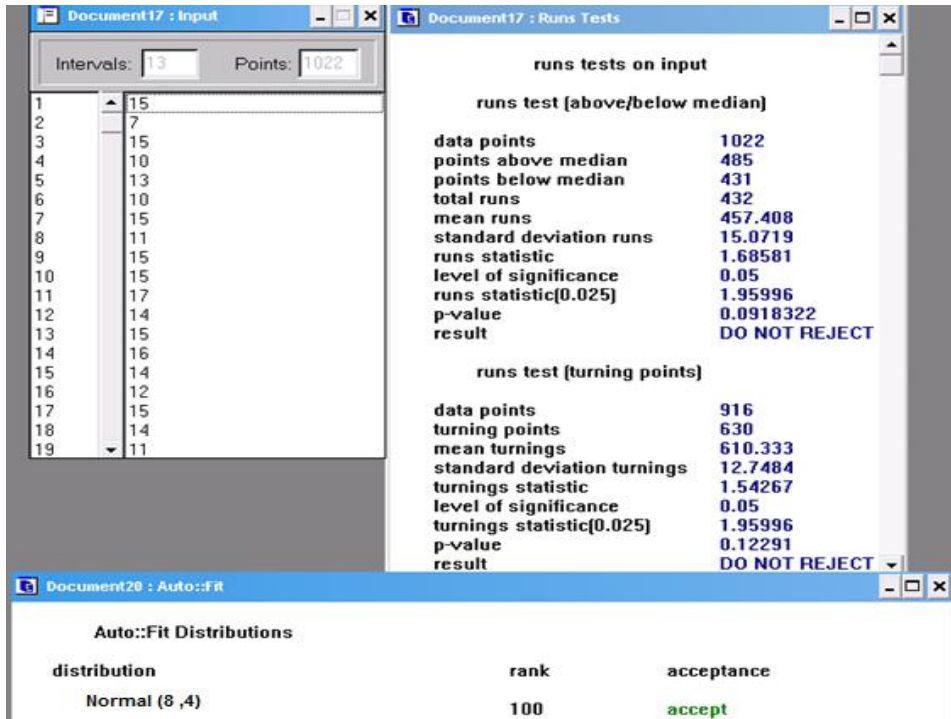
Validación del tiempo tomando artículos de una persona sin carrito



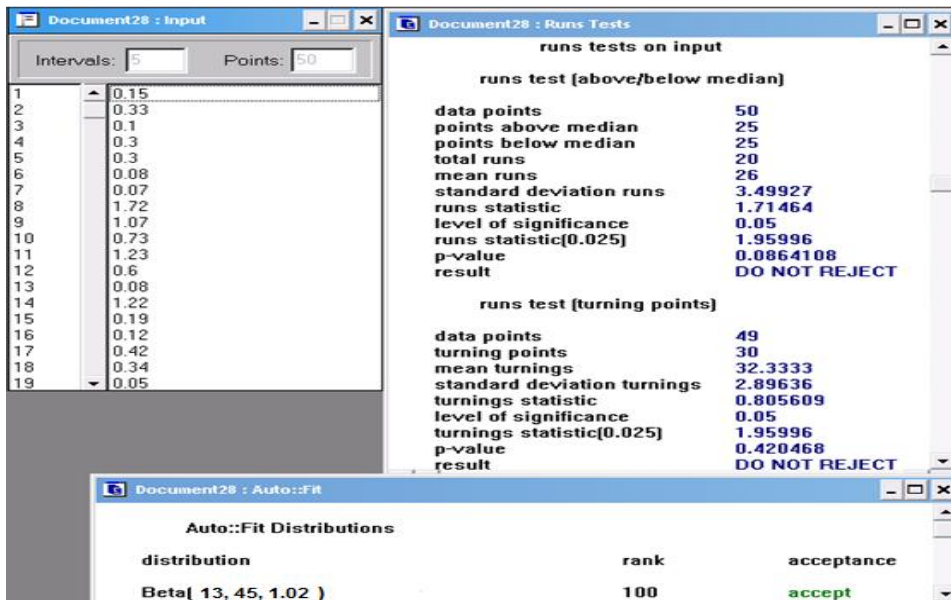
Validación del tiempo tomando artículos de una persona con carrito



Validación del número de artículos que lleva una persona sin carrito



Validación del número de artículos que lleva una persona con carrito



Validación del tiempo de timbrado de un producto

The screenshot displays three windows from the Minitab software interface:

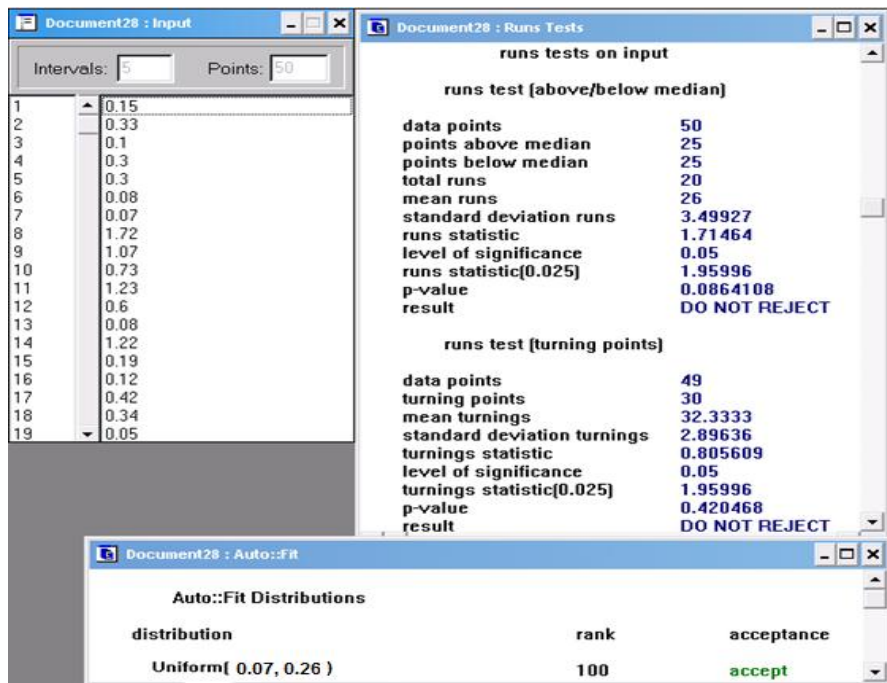
- Document25 : Input**: Shows a list of 19 data points. The 'Intervals' field is set to 5 and 'Points' to 50.
- Document25 : Runs Tests**: Displays the results of two runs tests performed on the input data.
 - runs test (above/below median)**:

data points	50
points above median	20
points below median	22
total runs	19
mean runs	21.9524
standard deviation runs	3.19317
runs statistic	0.924592
level of significance	0.05
runs statistic(0.025)	1.95996
p-value	0.355178
result	DO NOT REJECT
 - runs test (turning points)**:

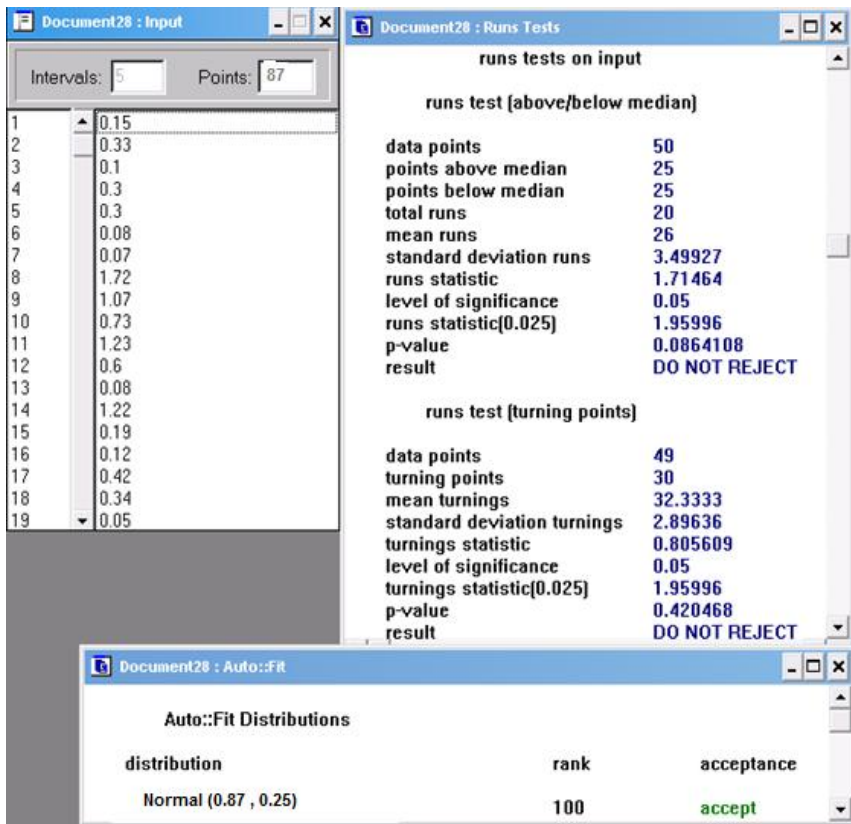
data points	49
turning points	34
mean turnings	32.3333
standard deviation turnings	2.89636
turnings statistic	0.575435
level of significance	0.05
turnings statistic(0.025)	1.95996
p-value	0.564997
result	DO NOT REJECT
- Document25 : Auto::Fit**: Shows the results of an automatic fit for distributions.

distribution	rank	acceptance
Triangular(0.01, 0.033, 0.401)		accept

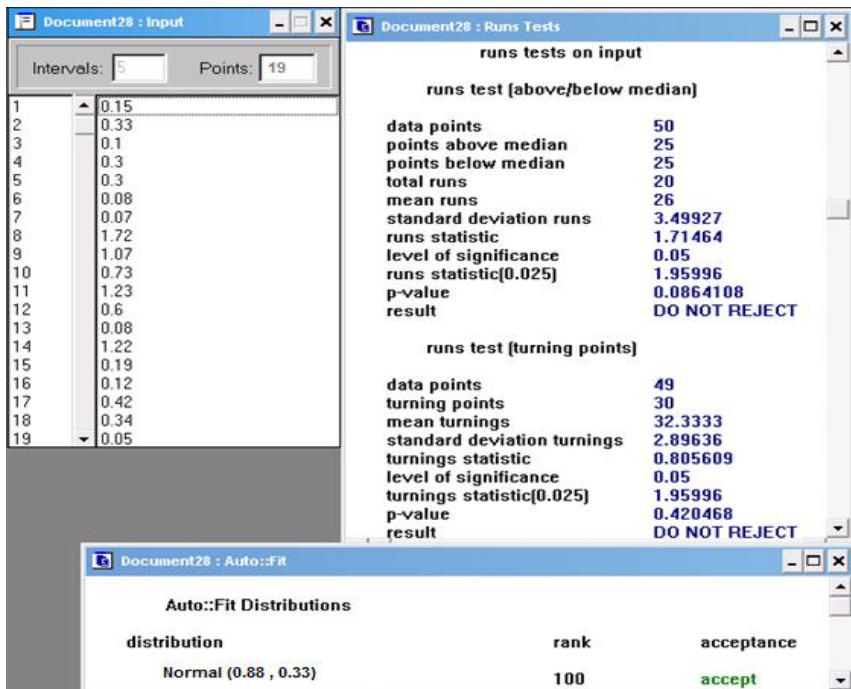
Validación del Tiempo de terminado de empacar



Tiempo de pago en caja con efectivo



Tiempo de pago en caja con tarjetas



Tiempo de pago en caja con otro medios de pagos

