



CAPITULO I

GENERALIDADES



CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL



CAPITULO V

PROPUESTAS DE MEJORA



CAPITULO III

METODOLOGÍA



CAPITULO II

MARCO TEORICO



AGRADECIMIENTOS

“Principalmente a nuestras familias, Brito Rodríguez y Millares Ollarves, por ser el máximo apoyo durante la carrera. A los profesores que son los responsables de nuestra formación académica. A todos los compañeros y amigos que formamos una gran amistad dentro de la Universidad por compartir en todo momento y ser testigos de este arduo trabajo, muchas gracias por su apoyo, en especial a los hermanos Herrera y su familia por ser el punto de encuentro de las reuniones del equipo de investigación para culminar el presente trabajo. A nuestros profesores de la facultad quienes han compartido sus conocimientos con nosotros, para formar excelentes profesionales.

Agradecer a Dios, por iluminarnos durante estos años de nuestra carrera, darnos firmeza y perseverancia para alcanzar los objetivos”.

¡GRACIAS!

Shirley Millares

Yoali Brito



DEDICATORIAS

“Este trabajo se lo dedico principalmente a mi familia por ser el pilar de mis valores, mis padres Shirley Ollarves e Iván Millares, quienes me dieron la vida y han brindado su apoyo día a día; A mis hermanas, abuelas y demás familiares que de una u otra manera me apoyaron durante toda la carrera.

A mis amigos con los que he compartido semestre a semestre, quienes nos hemos apoyado en las buenas y en las malas, en superar obstáculos para lograr hoy en día culminar satisfactoriamente la etapa de estudiante y comenzar una etapa profesional. Muy en especial a la persona que esta a mi lado con quien he compartido momentos muy lindos Rafael Herrera siendo mi mayor apoyo en todo momento, te amo gracias.

A mi compañera Yoali Brito, por compartir este etapa de la carrera, solo nosotras sabemos el esfuerzo y empeño colocado para culminar el trabajo de grado, muchas gracias por tu apoyo y compartir este tiempo.

A dios quien es testigo de todo lo realizado para lograr este objetivo y darme salud, fortaleza y entendimiento”.

Shirley Millares

“Este trabajo se lo dedico a mi familia, quienes me han acompañado durante toda la carrera, me han brindado el máximo apoyo, y les estaré siempre agradecida. A mi madre mi modelo a seguir e inspiración, esto es para ti.

Shir, gracias por el apoyo todo este tiempo, todos los traspasos no fueron en vano, muy contenta de compartir esta etapa tan ardua y tan bonita a la vez. Lo Logramos!.

A Dios y a la Virgen del Valle, por la salud, la constancia y la voluntad para hacer este trabajo y ser la culminación de mi carrera”.

Yoali Brito



	Pág
Agradecimientos	I
Dedicatorias	II
Resumen	III
Introducción	1
Capítulo I- Generalidades	
I.1 Generalidades de la Empresa	3
I.2 Planteamiento del Problema	4
I.3 Formulación del Problema	5
I.4 Objetivos	5
I.5 Justificación	7
I.6 Alcance	8
I.7 Limitaciones	8
Capítulo II - Marcos Teórico	
II.1 Antecedentes de la investigación	10
II.2 Marco Teórico	11
II.2.1 Teoría de Almacenes	11
II.2.1.2 Clasificación de los Almacenes	11
II.2.1.3 Gestión de Almacenes	12
II.2.2 Nivel de Servicio	12
II.2.2.1 Métodos para determinar el Nivel de Servicio	13
II.2.2.2 Estimación de los Costos Asociados a la Espera	13
II.2.2.3 Cálculo del Nivel de Servicio	13
II.2.3 Teoría de Colas	14
II.2.3.1 Objetivos de la teoría de Colas	14
II.2.3.2 Elementos de un Modelo de Colas	15
II.2.3.3 Tipos de Redes de Colas	15
II.2.3.4 Instalaciones de Servicio o Estaciones	16



II.2.4 Sistemas de Colas	17
II.2.4.1 Simulación de Colas	17
II.2.4.2 Modelos de Simulación	17
II.2.4.3 Etapas de un Modelo de Simulación	18
II.2.4.4 Cálculo del tamaño de la muestra	19

Capítulo III- Metodología

III.1 Tipo de Investigación	21
III.2 Método de Investigación	21
III.3 Técnicas de Recolección de Datos	22
III.4 Técnicas de Análisis de Datos	23
III.4.1 Diagrama Causa-Efecto	23
III.4.2 Criterios de Análisis de la Operación	24
III.4.3 Diagrama de Recorrido	25
III.4.4 Diagrama de Flujo	26
III.4.5 Diagrama de Actividades Relacionadas	26
III.4.6 Pruebas de Bondad de Ajuste	27
III.4.7 Diagrama de Cuadrillas	29
III.4.8 Software de Simulación: Arena	30

Capítulo IV- Descripción y Análisis de la situación Actual

IV.1 El Sistema	32
IV.2 Descripción de la Situación Actual	33
IV.3 Recursos Disponibles	36
IV.4 Descripción de las Operaciones del proceso	37
IV.5 Descripción y Análisis de las variables	38
IV.6 Análisis de los Resultados en cada Subsistema	51
IV.7 Recorridos de los clientes dentro del sistema	64

Capítulo V- Propuestas de Mejora

V.1 Construcción de un Modelo de Simulación	66
---	----



V.2 Actividades a Simular	63
V.3 Verificación y Validación del Modelo	67
V.4 Resultados del Modelo de Simulación	69
V.5 Distribución del Almacén	80
V.6 Mejora de las Operaciones	85
V.7 Implementación de un programa de Orden y Limpieza	90
V.8 Estimación de los Costos	92
V.9 Estimación de los Ingresos	96
V.10 Cálculo del Beneficio	96
V.11 Relación Costo-Beneficio	96
Conclusiones	97
Recomendaciones	99
Referencias Bibliográficas	100
Apéndices	102



Índice de tablas

1. Valores Críticos del estadístico Kolmogorov	26
2. Recursos Disponibles.	35
3. Forma de pago.	39
4. Porcentaje de Utilización de los cajeros.	40
5. Número promedio de clientes en cola.	41
6. Estimación de los costos de mano de obra.	42
7. Porcentaje de mercancía dañada por subsistema	43
8. Cantidad de artículos no adquiridos por cliente.	44
9. Gasto Promedio por cliente	45
10. Nivel de servicio Turno: Mañana	47
11. Nivel de servicio Turno: Tarde	48
12. Nivel de servicio Turno: Noche	49
13. Resumen de las variables	50
14. Rutas de los clientes dentro del sistema	58
15 Rutas Más probables	59
16. Resultados de pruebas de hipótesis (Mañana)	68
17. Resultados de pruebas de hipótesis (Tarde)	68
18. Resultados de pruebas de hipótesis (Noche)	69
19. Tiempo total promedio del cliente en cada Subsistema	70
20. Tiempo en cola promedio por subsistema	70
21. Porcentaje de utilización del sistema	72
22. Número promedio de clientes atendidos en cada subsistema	72
23. Tiempo total promedio del cliente en cada subsistema (Escenario 1)	74
24. Tiempo promedio en cola por subsistema (Escenario 1)	74
25. Porcentaje de utilización (Escenario 1)	75



26. Número promedio de clientes atendidos en cada subsistema (Escenario 1)	76
27. Tiempo total promedio del cliente en cada subsistema (Escenario 2)	77
28. Tiempo promedio en cola por subsistema (Escenario 2)	77
29. Porcentaje de utilización (Escenario 2)	79
30. Número promedio de clientes atendidos en cada subsistema (Escenario 2)	79
31. Matriz distancia.	82
32. Matriz Carga.	83
33. Matriz Carga- Distancia	83
34. Matriz Distancia (Propuesta)	84
35. Matriz Carga-Distancia (Propuesta)	85



Indice de Figuras

1. Gestión de Almacenes	11
2. Costos asociados al Servicio	12
3. Servidores en Serie	15
4. Servidores en paralelo con varias Colas	15
5. Servidores en paralelo con una sola Cola	15
6. Múltiples Servidores-Fases Múltiples	16
7. Diagrama Causa-Efecto	21
8. Diagrama de Recorrido	23
9. Diagrama de Flujo	24
10. Vista de Planta del Supermercado	29
11. Plano del Almacén delimitado por Subsistemas	30
12. Diagrama Causa-Efecto del Nivel de Servicio	32
13. Diagrama Causa-Efecto de los Costos de Mano de Obra	33
14. Cuadro Diagnóstico para la solución de problemas sobre el Nivel de Servicio	34
15. Cuadro Diagnóstico para la solución de problemas sobre los Costos de Mano de Obra	34
16. Diagrama de Flujo de las Operaciones dentro del Sistema	37
17. Tiempo en Cola que un cliente está dispuesto a esperar	46
18. Diagrama de Recorrido del Cliente 1	59
19. Diagrama de Recorrido del Cliente 2	60
20. Diagrama de Recorrido del Cliente 3	60
21. Diagrama de Recorrido del Cliente 4	61
22. Diagrama de Recorrido del Cliente 5	61
23. Modelo del Recorrido del Cliente en el Sistema	65



24. Lógica para asignar el número de artículos y forma de pago	66
25. Lógica de Selección de los Cajeros	66
26. Relación entre los Subsistemas	81
27. Diagrama de actividades Relacionadas	81
28. Distribución inicial de los Subsistemas	82
29. Propuesta de Distribución de los Subsistemas	84
30. Diagrama de Cuadrilla (Mañana)	87
31. Diagrama de Cuadrilla (Tarde)	88
32. Diagrama de Cuadrilla del Método Propuesto (Mañana)	89
33. Diagrama de Cuadrilla del Método Propuesto (Tarde)	90



Las empresas que prestan un servicio deben considerar la percepción del cliente, y estudiar los costos asociados a la planificación y capacidad del sistema requerido, para poder prestar un buen servicio.

Central Maderireense, es una cadena de supermercados a nivel nacional que busca constantemente prestar un servicio de calidad, por esta razón se piensa realizar un estudio para detectar oportunidades de mejora, en: métodos de trabajo, servicio de pago, atención al cliente y distribución en planta.

La investigación a desarrollar es un estudio de campo, que requiere de información y recolección de datos, del almacén en la actualidad, que permita identificar las principales actividades, métodos de trabajo y procesos dentro del almacén. Luego utilizar técnicas y herramientas aprendidas en la carrera de Ingeniería industrial, para presentar variantes y propuestas de mejora a los problemas más representativos.

Conocer el comportamiento del cliente y representar el flujo dentro del sistema de manera correcta, describirlo lo más cercano posible a la realidad, establecer características buscadas por los clientes, en este tipo de servicios: poca espera, atención al cliente, calidad en los productos adquiridos, limpieza e higiene, comodidad e información.

En el capítulo I se puede encontrar el planteamiento del problema, justificación, alcance y limitaciones de la investigación, bases teóricas y bibliográficas, en las que se basa el estudio y que abordan estudios similares. Luego de la recolección de la información teórica, se pasa a describir herramientas a utilizar para analizar y resolver los problemas identificados, como son diagramas de causa - efecto, diagrama de recorrido, diagramas de flujo, etc.

Luego de describir la situación actual con los problemas más críticos como son: nivel de servicio, costos de mano de obra, recorridos, tiempos de espera, partiendo de allí, presentar propuestas de mejora, para alcanzar los objetivos, y finalizar con una evaluación económica, que permita justificar las mejoras y faciliten su implementación por parte de la gerencia del supermercado.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PLAN DE MEJORAS PARA AUMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO EN UNA
RED DE SUPERMERCADOS
(CASO: SUPERMERCADOS CENTRAL MADEIRENSE)**

Tutor:
Dr. Carlos Martínez

Elaborado por:
Brito, Yoali Ci: 18.231.817
Millares, Shirley Ci: 19.268.630

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es diseñar propuestas de mejora para aumentar el nivel de servicio, que garantice la mejor relación costo- beneficio en una red de supermercado, la investigación se enmarcó dentro de la modalidad de proyecto factible, apoyado en una investigación de campo de carácter descriptivo. Se utilizaron técnicas de recolección de datos como; entrevistas, observación y encuestas, a su vez las técnicas de análisis de datos utilizadas fueron; diagrama causa – efecto, cuadro diagnóstico, criterios de análisis de la operación y simulación. El estudio fue realizado en la sucursal N° 30 de la red de supermercados CENTRAL MADEIRENSE C.A. La encuesta arrojó que el principal problema del supermercado se refiere a la insatisfacción del cliente por no ser atendido rápidamente, retrabajo y quejas por excesivos tiempos en cola, la manifiestan de dos maneras: clientes desertores, por el volumen de clientes simultáneos en el sistema de pago y clientes que abandonan, porque el tiempo es mayor al deseado por el cliente para ser atendido. En la medición del servicio actual se determinó que el NS=62%, en las cajas registradoras. Se analizó la situación actual mediante un modelo de simulación, que considera: probabilidad de desertar de un 20%, condición de abandono (máximo=60 clientes). Se tomaron distintos tiempos entre llegadas, durante la jornada con distribución exponencial: Mañana (8:00 a.m. a 12:00 p.m.) $\lambda = 68.53$ segundos/llegada, Tarde (12:00 p.m. a 4:00 p.m), $\lambda = 43.88$ segundos/llegada y noche (4:00 p.m a 8:00 p.m) $\lambda = 30.88$ segundos/llegada. Escenario Seleccionado: centralizar los cajeros en tres colas. Resultados: NS=94%, tiempo en cola: 9.69 minutos (tarde). NS=81%, tiempo en cola: 15.72 minutos (noche). Disminución del tiempo total a: 26.69 minutos (tarde), reducción: 22.86% y Tiempo total: 37.35 minutos, (noche), reducción: 12.37%. Clientes que abandonan se reducen en un 60% (tarde) y 79.62% (noche). Clientes desertores: reducción: 39,34% (tarde) y un 65.9% (noche). Esto implica un aumento de la capacidad del sistema en un 14%. Se comprobó la factibilidad económica de las propuestas, donde la relación costo – beneficio, $B/C \geq 34,57$, lo que representa un beneficio de 3.640.572 BsF/mes.

Palabras claves: Teoría de colas, simulación, almacén, nivel de servicio, mejora de las operaciones.

APÉNDICE A

Tablas de los Tiempos entre Llegadas

Tiempo entre Llegadas (Turno : Mañana)									
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	109	25	24	49	14	73	20	97	79
2	123	26	169	50	62	74	78	98	184
3	5	27	85	51	44	75	85	99	154
4	29	28	13	52	31	76	100	100	116
5	33	29	9	53	15	77	6	101	113
6	21	30	203	54	14	78	129	102	215
7	2	31	7	55	40	79	60	103	116
8	25	32	60	56	30	80	33	104	215
9	40	33	20	57	183	81	10	105	165
10	105	34	37	58	17	82	157	106	32
11	83	35	18	59	63	83	15	107	180
12	127	36	123	60	21	84	119	108	100
13	46	37	52	61	160	85	36	109	183
14	71	38	17	62	24	86	75	110	164
15	14	39	44	63	22	87	8	111	16
16	24	40	34	64	19	88	35	112	63
17	66	41	88	65	4	89	11	113	110
18	46	42	6	66	30	90	40	114	123
19	165	43	10	67	3	91	130	115	65
20	86	44	6	68	1	92	58	116	74
21	85	45	89	69	24	93	109	117	69
22	52	46	68	70	4	94	113	118	128
23	212	47	41	71	2	95	118	119	34
24	88	48	77	72	26	96	95	120	74

Fuente: Elaboración propia

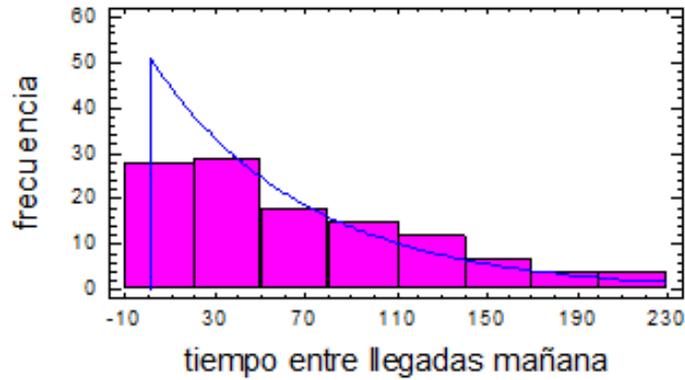
Tiempo entre Llegadas (Turno: Tarde)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	44	26	4	51	68	76	14
2	31	27	3	52	41	77	24
3	15	28	12	53	77	78	4
4	14	29	11	54	14	79	7
5	40	30	1	55	62	80	2
6	30	31	1	56	7	81	11
7	183	32	16	57	42	82	2
8	17	33	8	58	25	83	3
9	63	34	1	59	2	84	4
10	21	35	4	60	1	85	2
11	160	36	25	61	46	86	15
12	25	37	26	62	18	87	7
13	34	38	4	63	14	88	18
14	5	39	10	64	7	89	20
15	16	40	24	65	13	90	1
16	18	41	23	66	4	91	1
17	18	42	7	67	21	92	11
18	1	43	2	68	2	93	2
19	3	44	26	69	25	94	1
20	5	45	10	70	40	95	1
21	11	46	6	71	105	96	7
22	7	47	89	72	83	97	12
23	42	48	24	73	127	98	1
24	28	49	22	74	46	99	20
25	1	50	1	75	71	100	4

Fuente: Elaboración propia

Tiempo entre Llegadas (Turno: Noche)											
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	31	26	27	51	4	76	5	101	0	126	34
2	33	27	78	52	21	77	52	102	10	127	1
3	3	28	11	53	23	78	0	103	10	128	28
4	30	29	38	54	3	79	24	104	4	129	18
5	8	30	71	55	17	80	39	105	40	130	61
6	2	31	27	56	8	81	22	106	59	131	9
7	51	32	44	57	49	82	9	107	26	132	9
8	64	33	29	58	17	83	11	108	52	133	9
9	76	34	51	59	24	84	7	109	8	134	76
10	24	35	44	60	5	85	29	110	15	135	47
11	19	36	5	61	46	86	12	111	32	136	7
12	11	37	50	62	2	87	79	112	8	137	67
13	15	38	37	63	8	88	8	113	20	138	3
14	66	39	22	64	59	89	18	114	20	139	22
15	64	40	18	65	1	90	2	115	114	140	107
16	21	41	77	66	95	91	89	116	7	141	50
17	2	42	34	67	4	92	65	117	70	142	3
18	38	43	35	68	54	93	7	118	17	143	0
19	31	44	4	69	1	94	38	119	37	144	86
20	32	45	55	70	108	95	6	120	47	145	40
21	73	46	61	71	21	96	2	121	4	146	85
22	58	47	23	72	15	97	91	122	40	147	45
23	6	48	56	73	59	98	0	123	1	148	23
24	3	49	78	74	21	99	3	124	27	149	5
25	30	50	8	75	9	100	21	125	23	150	11

Fuente: Elaboración propia

Histograma para tiempo entre llegadas mañana



Fuente: Statgrafics 5.1

Tabla N° XX. Pruebas de Bondad de ajuste del tiempo entre llegadas (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado				
Limite Inferior	Limite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
Menor o igual	9.15089	12	14.63	0.47
9.15089	19.7148	14	14.62	0.03
19.7148	32.2093	17	14.63	0.39
32.2093	47.5013	14	14.63	0.03
47.5013	67.2161	10	14.63	1.46
67.2161	95.0026	17	14.63	0.39
95.0026	142.504	18	14.63	0.78
142.504	216	15	9.62	3.01
Mayor	216	0	5	5
Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
11.5491		7	0.116397	

Fuente: Statgrafics 5.1

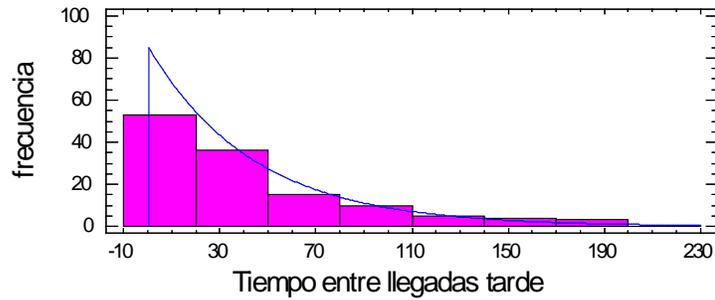
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0.0433991
DMENOS	0.0705384
DN Global	0.0705384
P-valor aprox	0.60535

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadistico	Valor	P-valor
Kolmogorov-Smirnov	0.0705384	>0.10
Anderson-Darling	0.708653	0.2684

Fuente: Statgrafics 5.1

Histograma para Tiempo entre llegadas tarde



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste del tiempo entre llegadas (Tarde)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	5.86054	15	15.75	0.04
	5.86054	12.626	15	15.75	0.04
	12.62600	20.6279	23	15.75	3.34
	20.62790	30.4215	14	15.75	0.19
	30.42150	43.0475	13	15.75	0.48
	43.04750	60.8429	15	15.75	0.04
	60.84290	91.2644	12	15.75	0.89
	91.26440		19	15.75	0.67
Mayor	Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
	5.68254		6	0.459675	

Fuente: Statgrafics 5.1

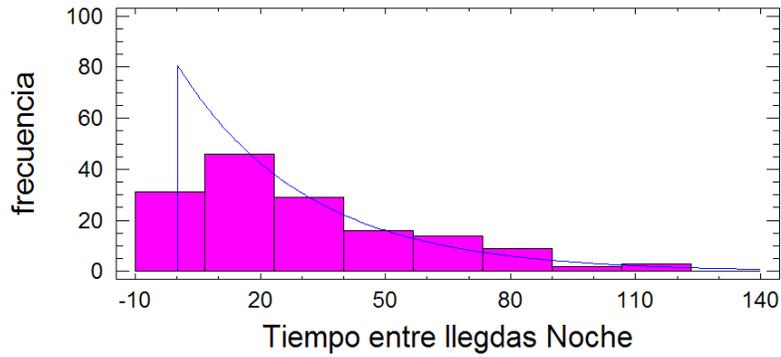
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0.0692529
DMENOS	0.0550253
DN Global	0.0692529
P-Valor Aprox.	0.581374

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0.0692529	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0.67651	0.2953

Fuente: Statgrafics 5.1

Histograma para Tiempo entre llegdas Noche



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste del tiempo entre llegadas (Noche)

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	3.62	19	16.67	0.33
	3.62	7.7426	16	16.67	0.03
	7.7426	12.4917	18	16.67	0.11
	12.4917	18.1088	8	16.67	4.51
	18.1088	24.9835	19	16.67	0.33
	24.9835	33.8465	15	16.67	0.17
	33.8465	46.3382	14	16.67	0.43
	46.3382	67.693	24	16.67	3.23
	67.693	115.4	17	13.12	1.14
Mayor	115.4		0	3.54	3.54
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
13.8009			8	0.0871054	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0.047643
DMENOS	0.0635586
DN Global	0.0635586
P-Valor Aprox.	0.579599

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0.0635586	≥ 0.10
Anderson-Darling	0.773271	0.2228

Fuente: Statgrafics 5.1

APÉNDICE B

Tablas de los Tiempos de Espera

Tiempo en Cola (min) Turno: Mañana											
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	4.98	26	5.55	51	2.77	76	3.45	101	1.89	126	2.86
2	3.85	27	4.70	52	2.61	77	2.39	102	0.87	127	1.40
3	2.55	28	1.60	53	1.74	78	0.92	103	1.04	128	1.55
4	1.04	29	3.90	54	1.71	79	2.60	104	1.08	129	3.07
5	1.21	30	1.12	55	0.87	80	3.41	105	6.20	130	2.27
6	0.84	31	0.87	56	7.17	81	1.36	106	1.79	131	4.24
7	1.68	32	3.82	57	4.03	82	2.26	107	3.05	132	1.68
8	2.31	33	2.34	58	1.04	83	0.91	108	0.67	133	1.01
9	1.94	34	1.52	59	1.50	84	1.52	109	0.75	134	1.07
10	0.85	35	2.52	60	1.97	85	4.97	110	1.76	135	1.51
11	0.92	36	2.66	61	0.99	86	1.31	111	2.08	136	1.66
12	2.05	37	9.75	62	2.39	87	2.29	112	1.27	137	1.19
13	1.62	38	1.26	63	2.31	88	1.42	113	0.92	138	2.64
14	1.79	39	1.80	64	1.46	89	0.79	114	0.77	139	1.69
15	1.28	40	1.37	65	1.77	90	1.01	115	1.40	140	1.51
16	2.18	41	4.77	66	9.46	91	3.79	116	2.48	141	2.44
17	1.77	42	2.64	67	3.25	92	1.19	117	2.02	142	2.26
18	2.40	43	2.24	68	5.72	93	2.35	118	5.98	143	2.50
19	2.93	44	3.95	69	1.58	94	1.14	119	2.02	144	1.76
20	1.28	45	1.25	70	3.15	95	1.78	120	1.30	145	1.01
21	1.04	46	0.71	71	1.59	96	5.23	121	0.82	146	0.82
22	1.08	47	1.01	72	1.63	97	2.22	122	6.59	147	2.96
23	1.43	48	1.30	73	3.10	98	1.32	123	1.07	148	0.90
24	1.94	49	1.34	74	3.67	99	2.22	124	1.75	149	0.82
25	2.00	50	1.15	75	1.56	100	1.18	125	1.64	150	1.04

Fuente: Elaboración propia

Tiempo en Cola (min) Turno: Tarde											
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	6.25	26	11.81	51	14.04	76	16.54	101	19.14	126	29.00
2	7.19	27	11.94	52	14.04	77	16.61	102	19.25	127	24.01
3	7.22	28	12.02	53	14.06	78	16.64	103	19.49	128	25.82
4	8.17	29	12.08	54	14.11	79	16.71	104	19.55	129	20.49
5	8.20	30	12.18	55	14.11	80	16.85	105	19.91	130	28.68
6	8.36	31	12.28	56	14.39	81	16.87	106	20.11	131	33.76
7	8.48	32	12.44	57	14.42	82	17.14	107	20.41	132	24.38
8	8.67	33	12.62	58	14.54	83	17.18	108	20.55	133	32.91
9	8.79	34	12.90	59	14.58	84	17.19	109	20.65	134	22.89
10	8.90	35	12.95	60	14.59	85	17.31	110	20.66	135	27.28
11	9.36	36	13.14	61	14.65	86	17.35	111	20.86	136	27.06
12	9.50	37	13.14	62	14.79	87	17.39	112	21.62	137	29.18
13	9.69	38	13.19	63	14.80	88	17.57	113	21.81	138	26.82
14	10.35	39	13.37	64	14.81	89	17.71	114	21.84	139	19.62
15	10.56	40	13.37	65	15.13	90	17.78	115	22.31	140	27.87
16	10.69	41	13.57	66	15.19	91	18.17	116	23.01	141	23.79
17	10.81	42	13.60	67	15.37	92	18.50	117	23.09	142	32.04
18	10.96	43	13.62	68	15.63	93	18.54	118	23.63	143	24.33
19	11.20	44	13.71	69	15.93	94	18.60	119	23.63	144	28.51
20	11.23	45	13.71	70	16.15	95	18.63	120	23.75	145	18.26
21	11.28	46	13.90	71	16.17	96	18.63	121	27.57	146	27.99
22	11.32	47	13.92	72	16.31	97	18.75	122	25.34	147	22.40
23	11.34	48	13.95	73	16.41	98	18.89	123	16.98	148	31.11
24	11.38	49	14.00	74	16.48	99	19.02	124	23.82	149	25.35
25	11.77	50	14.02	75	16.51	100	19.03	125	23.39	150	20.91

Fuente: Elaboración propia

Tiempo en Cola (min) Turno: Noche											
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	38.4	26	15.3	51	11.4	76	10.0	101	18.4	126	13.6
2	12.8	27	24.0	52	16.2	77	13.3	102	21.2	127	16.6
3	9.8	28	10.5	53	9.1	78	29.6	103	21.0	128	28.7
4	11.9	29	51.4	54	6	79	19.2	104	14.2	129	15.0
5	38.5	30	25.3	55	15.6	80	8.6	105	21.2	130	19.9
6	11.7	31	10.6	56	15.2	81	12.2	106	22.6	131	12.0
7	25.0	32	12.1	57	39.4	82	10.6	107	42.6	132	17.0
8	6.7	33	33.0	58	7.0	83	21.9	108	16.6	133	15.8
9	25.6	34	18.5	59	27.9	84	33.2	109	23	134	46.4
10	13.4	35	18	60	19.6	85	11.8	110	5.6	135	21.1
11	6.4	36	3.9	61	50.7	86	32.4	111	24.1	136	29.2
12	27.5	37	11.0	62	23.2	87	44.7	112	6	137	43.6
13	15.9	38	20.3	63	24.0	88	39.1	113	37.0	138	17.8
14	30.0	39	27.4	64	26.3	89	12.6	114	17	139	16.4
15	12.3	40	14.4	65	18.7	90	13.1	115	21.8	140	13.4
16	53.8	41	6.1	66	46.9	91	19.8	116	15.5	141	13.2
17	32.7	42	74.2	67	13.6	92	47.2	117	24.1	142	64
18	5.0	43	14.2	68	28.4	93	12.6	118	8.2	143	15.2
19	41.6	44	32.2	69	13.0	94	37.0	119	14.4	144	21.5
20	30.5	45	41.7	70	43.9	95	29.2	120	21	145	22.0
21	53.1	46	20.3	71	35.1	96	34.6	121	28.2	146	9.8
22	13.2	47	13.7	72	8.8	97	40.6	122	14.2	147	13.0
23	58.9	48	17.2	73	26.6	98	29	123	52.2	148	11.2
24	22.9	49	15.4	74	25.7	99	9.4	124	31.6	149	54.1
25	20.7	50	67.1	75	65.1	100	46.0	125	13.8	150	6.2

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Mañana)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	8.708	26	8.055	51	3.744	76	5.368
2	5.167	27	10.98	52	5.194	77	8.386
3	12.3	28	12.82	53	12.28	78	11.39
4	4.501	29	7.678	54	1.119	79	9.64
5	6.131	30	8.663	55	3.63	80	8.487
6	5.789	31	12.71	56	10.05	81	10.63
7	6.753	32	9.989	57	5.407	82	12.83
8	7.042	33	8.623	58	10.74	83	9.7
9	10.11	34	9.139	59	8.199	84	10.59
10	6.91	35	9.485	60	9.192	85	10.58
11	8.213	36	7.28	61	5.564	86	8.377
12	5.145	37	8.056	62	10.15	87	9.183
13	7.585	38	9.417	63	8.327	88	5.112
14	8.672	39	7.599	64	11.92	89	7.972
15	7.098	40	10.37	65	8.742	90	6.574
16	4.541	41	8.988	66	10.96	91	1.679
17	3.911	42	6.216	67	10.73	92	11.79
18	5.79	43	6.758	68	8.713	93	4.259
19	3.283	44	9.227	69	10.01	94	4.32
20	7.232	45	9.441	70	7.815	95	4.697
21	6.904	46	9.202	71	11.65	96	7.813
22	9.234	47	2.99	72	7.688	97	8.998
23	6.7	48	4.309	73	10.14	98	8.066
24	5.575	49	7.95	74	7.801	99	10.15
25	6.303	50	8.476	75	14.05	100	11.6

Fuente: elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Tarde)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	12.77	26	40.95	51	38.33	76	21.46
2	8.27	27	27.20	52	51.07	77	24.39
3	9.77	28	50.00	53	14.91	78	32.26
4	28.00	29	43.00	54	25.33	79	59.63
5	4.00	30	57.00	55	40.17	80	61.55
6	31.41	31	53.00	56	3.10	81	42.73
7	20.91	32	31.00	57	51.03	82	36.82
8	36.52	33	52.00	58	39.78	83	39.73
9	9.05	34	34.00	59	16.55	84	44.70
10	69.32	35	11.00	60	6.80	85	21.65
11	34.12	36	37.64	61	20.10	86	28.76
12	50.99	37	12.00	62	8.67	87	52.53
13	32.02	38	22.67	63	12.12	88	15.39
14	40.84	39	39.56	64	54.29	89	32.84
15	44.00	40	39.84	65	26.14	90	57.68
16	39.00	41	33.10	66	35.01	91	37.70
17	11.63	42	50.55	67	19.26	92	26.73
18	23.78	43	36.25	68	60.58	93	61.54
19	54.40	44	58.07	69	15.47	94	56.24
20	58.06	45	24.19	70	13.09	95	32.33
21	36.99	46	8.94	71	21.83	96	32.45
22	38.80	47	17.54	72	14.58	97	41.29
23	64.72	48	25.10	73	39.92	98	29.81
24	17.90	49	47.75	74	18.78	99	11.16
25	23.68	50	18.78	75	12.08	100	4.23

Fuente: elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Noche)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	15.91	26	15.57	51	4.7	76	15.11
2	22.16	27	9.571	52	24.79	77	10.17
3	23.62	28	10.76	53	18.73	78	10.84
4	17.3	29	14.08	54	17.81	79	17.43
5	19.85	30	11.99	55	16.66	80	1.469
6	22.9	31	11.33	56	7.831	81	6.281
7	18.3	32	19.67	57	18.68	82	11.03
8	15.3	33	11.57	58	8.25	83	8.136
9	19.39	34	10.43	59	11.6	84	11.87
10	13.16	35	19.7	60	13.99	85	8.939
11	15.59	36	11.81	61	13.32	86	9.75
12	15.51	37	13.61	62	8.388	87	28.52
13	16.49	38	5.91	63	19	88	6.732
14	12.15	39	22.89	64	17.29	89	19.07
15	13.39	40	15.62	65	14.32	90	16.65
16	16.4	41	8.844	66	10.65	91	14.28
17	11.43	42	16.6	67	8.942	92	10.98
18	13.76	43	10.29	68	11.12	93	11.56
19	12.81	44	13.11	69	12.59	94	13.32
20	23.23	45	18.3	70	11.15	95	15.87
21	20.65	46	14.03	71	22.05	96	15.68
22	20.48	47	14.51	72	14.5	97	12.14
23	26.02	48	22.01	73	9.315	98	12.99
24	24.87	49	5.061	74	6.99	99	14.08
25	18.4	50	8.485	75	4.868	100	11.35

Fuente: elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Mañana)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	2.81	26	2.78	51	3.55	76	2.43
2	3.35	27	3.35	52	3.94	77	2.05
3	2.81	28	3.81	53	4.20	78	3.56
4	1.96	29	3.22	54	4.14	79	2.93
5	2.78	30	2.22	55	3.26	80	4.09
6	4.06	31	3.68	56	3.24	81	3.77
7	2.39	32	4.00	57	3.88	82	3.68
8	3.09	33	3.37	58	3.65	83	3.60
9	2.69	34	2.60	59	2.98	84	3.31
10	2.83	35	2.51	60	3.42	85	3.58
11	3.18	36	3.48	61	3.46	86	4.04
12	2.93	37	3.02	62	3.56	87	2.48
13	3.62	38	3.33	63	3.30	88	3.43
14	2.10	39	2.65	64	3.42	89	3.42
15	2.78	40	2.27	65	2.78	90	2.27
16	3.28	41	4.12	66	2.76	91	3.78
17	3.45	42	3.73	67	3.56	92	2.93
18	3.03	43	3.17	68	3.85	93	3.73
19	3.99	44	2.53	69	2.35	94	3.47
20	2.13	45	2.34	70	3.68	95	2.69
21	3.63	46	4.08	71	2.60	96	3.57
22	3.19	47	2.56	72	3.91	97	3.30
23	3.08	48	2.93	73	2.53	98	2.88
24	3.89	49	3.41	74	2.99	99	3.49
25	3.76	50	3.30	75	2.21	100	3.59

Fuente: elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Tarde)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	6.85	21	3.69	41	12.45	61	3.50
2	3.37	22	5.18	42	1.38	62	0.88
3	1.87	23	2.27	43	3.78	63	7.53
4	1.15	24	2.67	44	4.29	64	0.49
5	2.60	25	1.10	45	6.96	65	2.69
6	3.58	26	2.79	46	0.74	66	4.73
7	0.87	27	7.65	47	0.82	67	0.80
8	1.77	28	1.81	48	6.20	68	2.98
9	4.47	29	10.08	49	1.28	69	0.83
10	2.83	30	1.52	50	0.47	70	4.93
11	5.18	31	2.63	51	2.09	71	1.48
12	1.25	32	1.11	52	2.59	72	2.89
13	5.40	33	1.76	53	2.65	73	7.58
14	2.48	34	1.01	54	2.12	74	3.30
15	1.22	35	2.84	55	1.62	75	1.78
16	1.38	36	4.63	56	3.12	76	3.21
17	6.35	37	1.93	57	10.87	77	2.21
18	0.98	38	3.14	58	1.75	78	1.69
19	3.07	39	1.15	59	4.09	79	1.18
20	1.74	40	2.76	60	4.18	80	0.66

Fuente: elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Noche)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	5.02	26	1.22	51	1.88	76	1.11
2	1.70	27	7.28	52	9.54	77	0.78
3	2.97	28	2.09	53	3.41	78	2.67
4	0.44	29	4.76	54	9.68	79	1.85
5	1.74	30	0.97	55	4.22	80	3.48
6	3.71	31	5.69	56	1.36	81	2.74
7	3.16	32	0.69	57	5.88	82	1.99
8	4.80	33	4.37	58	4.10	83	3.05
9	6.94	34	2.05	59	3.70	84	1.60
10	2.02	35	1.32	60	3.71	85	2.14
11	1.48	36	0.83	61	1.38	86	5.12
12	2.86	37	6.28	62	2.59	87	1.20
13	3.10	38	4.53	63	2.16	88	4.54
14	1.17	39	2.42	64	1.38	89	2.25
15	23.32	40	1.30	65	1.96	90	8.39
16	1.97	41	6.10	66	1.24	91	0.71
17	8.85	42	2.18	67	3.33	92	3.28
18	0.38	43	1.24	68	2.36	93	2.14
19	0.98	44	1.08	69	0.84	94	3.04
20	1.45	45	2.53	70	1.83	95	2.99
21	2.53	46	8.50	71	3.27	96	2.95
22	2.58	47	1.68	72	1.40	97	2.91
23	3.57	48	8.73	73	1.53	98	3.86
24	0.97	49	2.15	74	4.47	99	0.88
25	1.86	50	6.24	75	4.46	100	2.77

Fuente: elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Mañana)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	4.71	26	4.50	51	6.09	76	8.90
2	2.86	27	10.32	52	7.58	77	3.25
3	3.35	28	2.51	53	4.21	78	8.94
4	6.76	29	6.31	54	3.08	79	6.03
5	6.31	30	6.69	55	0.96	80	6.48
6	10.53	31	3.64	56	10.25	81	4.16
7	2.93	32	9.75	57	5.02	82	5.72
8	5.06	33	6.09	58	7.66	83	5.21
9	4.50	34	3.99	59	7.37	84	5.06
10	3.30	35	4.50	60	6.40	85	5.27
11	3.04	36	3.91	61	3.39	86	6.85
12	1.78	37	6.92	62	9.93	87	3.58
13	10.19	38	7.94	63	4.30	88	5.21
14	5.45	39	6.18	64	9.86	89	3.14
15	4.23	40	3.26	65	7.94	90	6.07
16	5.13	41	4.32	66	5.48	91	3.86
17	5.21	42	3.00	67	2.92	92	5.07
18	3.05	43	1.28	68	2.44	93	8.65
19	2.93	44	7.47	69	7.87	94	3.42
20	6.47	45	8.08	70	4.54	95	2.50
21	1.63	46	5.55	71	5.03	96	5.42
22	4.96	47	6.02	72	7.07	97	2.54
23	6.43	48	5.20	73	3.55	98	7.26
24	5.06	49	5.81	74	8.94	99	3.33
25	5.17	50	5.17	75	4.67	100	6.56

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Tarde)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	1.07	26	0.65	51	3.59	76	0.34
2	1.57	27	0.94	52	0.48	77	3.19
3	0.45	28	1.68	53	1.98	78	1.08
4	1.37	29	0.89	54	0.97	79	0.68
5	0.43	30	0.84	55	0.89	80	0.69
6	1.78	31	1.67	56	2.24	81	0.75
7	0.53	32	2.50	57	2.79	82	0.30
8	0.67	33	0.93	58	1.20	83	1.66
9	2.5	34	2.87	59	0.95	84	0.99
10	0.4	35	1.13	60	2.96	85	0.70
11	1.13	36	2.48	61	0.80	86	0.98
12	0.98	37	3.79	62	0.71	87	2.58
13	0.97	38	2.09	63	1.24	88	2.72
14	1.5	39	1.02	64	2.22	89	0.79
15	3.03	40	0.59	65	0.50	90	1.32
16	3.45	41	0.42	66	1.29	91	0.28
17	2	42	0.59	67	4.30	92	1.01
18	2.07	43	5.50	68	1.07	93	2.79
19	0.57	44	0.90	69	1.11	94	1.75
20	0.16	45	0.49	70	1.56	95	0.90
21	0.91	46	3.81	71	0.68	96	0.95
22	2.01	47	1.70	72	1.33	97	1.79
23	1.41	48	1.15	73	0.49	98	0.83
24	0.67	49	0.38	74	1.89	99	2.67
25	0.58	50	0.90	75	1.36	100	1.29

Fuente: elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Noche)											
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	4.49	26	7.54	51	6.02	76	3.40	101	9.28	126	4.56
2	5.01	27	4.06	52	7.60	77	5.83	102	6.85	127	5.63
3	3.44	28	4.79	53	4.29	78	3.60	103	3.11	128	5.31
4	6.10	29	6.40	54	5.38	79	6.52	104	3.48	129	3.98
5	3.72	30	6.75	55	6.23	80	4.72	105	5.44	130	4.82
6	7.16	31	6.26	56	6.42	81	6.19	106	4.57	131	3.02
7	4.69	32	7.44	57	6.26	82	6.15	107	5.20	132	4.15
8	6.45	33	3.33	58	4.82	83	7.89	108	4.31	133	4.21
9	6.95	34	2.29	59	6.40	84	6.85	109	8.48	134	4.65
10	4.69	35	5.11	60	5.32	85	3.62	110	8.12	135	3.47
11	4.78	36	2.07	61	6.42	86	3.78	111	5.67	136	8.60
12	2.96	37	4.77	62	4.06	87	7.22	112	5.05	137	9.08
13	3.81	38	7.14	63	5.35	88	6.21	113	8.36	138	7.64
14	3.29	39	5.36	64	6.13	89	3.13	114	6.22	139	3.64
15	1.58	40	5.12	65	3.43	90	4.30	115	5.29	140	2.07
16	3.97	41	5.28	66	5.00	91	5.51	116	7.03	141	6.14
17	0.92	42	3.59	67	5.54	92	4.43	117	4.51	142	5.26
18	5.61	43	2.04	68	6.51	93	4.61	118	1.47	143	7.75
19	5.13	44	2.58	69	3.53	94	3.26	119	4.45	144	3.96
20	5.34	45	7.51	70	5.51	95	4.63	120	4.83	145	5.05
21	5.77	46	5.33	71	5.35	96	4.65	121	9.53	146	4.36
22	4.62	47	8.05	72	5.23	97	7.41	122	5.36	147	4.64
23	6.09	48	6.63	73	6.52	98	5.44	123	3.52	148	5.82
24	7.09	49	6.11	74	6.76	99	4.57	124	3.65	149	7.54
25	7.79	50	4.76	75	2.99	100	4.12	125	3.11	150	5.33

Fuente: elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Mañana)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	1.50	26	2.30	51	1.09	76	2.12
2	0.96	27	2.11	52	2.03	77	1.20
3	2.83	28	1.48	53	1.43	78	2.55
4	0.98	29	2.16	54	1.46	79	1.15
5	1.60	30	1.36	55	2.21	80	1.05
6	2.65	31	2.17	56	2.06	81	1.63
7	2.31	32	1.77	57	2.67	82	2.30
8	1.25	33	1.01	58	1.93	83	2.41
9	1.61	34	0.77	59	2.01	84	2.23
10	2.67	35	2.64	60	2.63	85	1.38
11	2.16	36	0.72	61	2.82	86	1.35
12	1.19	37	2.00	62	2.26	87	1.22
13	2.84	38	2.53	63	1.33	88	0.87
14	1.37	39	2.21	64	1.89	89	1.76
15	0.96	40	2.77	65	0.76	90	1.57
16	1.79	41	0.83	66	2.75	91	2.01
17	1.31	42	1.74	67	2.53	92	1.23
18	1.16	43	1.47	68	1.55	93	2.65
19	1.93	44	0.99	69	2.83	94	1.04
20	1.82	45	1.72	70	1.48	95	2.52
21	1.34	46	1.92	71	0.77	96	1.93
22	2.28	47	2.17	72	2.52	97	1.30
23	2.14	48	2.79	73	0.87	98	1.53
24	1.33	49	1.81	74	2.31	99	2.47
25	1.53	50	2.76	75	2.02	100	2.75

Fuente: elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Tarde)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	1.63	26	0.89	51	1.44	76	1.19
2	1.94	27	2.38	52	1.32	77	1.50
3	2.08	28	2.23	53	1.64	78	1.22
4	1.00	29	2.30	54	1.10	79	1.19
5	1.12	30	2.32	55	1.10	80	1.20
6	1.78	31	1.71	56	2.08	81	1.83
7	1.45	32	2.09	57	2.01	82	1.65
8	0.31	33	1.65	58	2.50	83	2.01
9	1.85	34	1.56	59	1.59	84	0.91
10	0.72	35	0.14	60	0.46	85	1.68
11	1.58	36	2.02	61	0.78	86	2.53
12	1.16	37	1.12	62	0.64	87	1.63
13	2.13	38	2.11	63	1.62	88	1.79
14	0.71	39	2.31	64	1.89	89	0.95
15	2.31	40	2.13	65	0.55	90	0.60
16	1.49	41	1.54	66	1.90	91	2.83
17	1.20	42	1.71	67	2.22	92	1.16
18	1.14	43	1.80	68	1.46	93	1.96
19	1.32	44	1.37	69	1.79	94	1.16
20	0.76	45	1.58	70	1.26	95	2.17
21	1.19	46	0.57	71	2.81	96	1.48
22	0.97	47	1.66	72	1.91	97	1.79
23	1.03	48	1.96	73	2.77	98	1.84
24	0.72	49	1.29	74	1.71	99	0.96
25	2.58	50	0.86	75	2.70	100	2.33

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de Espera (Turno: Noche)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	0.16	26	1.66	51	1.32	76	1.03
2	1.79	27	1.76	52	0.93	77	0.72
3	2.00	28	1.82	53	1.67	78	2.58
4	1.89	29	1.45	54	1.63	79	0.89
5	2.39	30	2.61	55	1.94	80	2.38
6	1.89	31	1.59	56	2.08	81	2.23
7	1.48	32	1.45	57	1.00	82	2.30
8	1.54	33	1.87	58	1.12	83	2.32
9	1.86	34	2.40	59	1.78	84	1.71
10	1.18	35	1.84	60	1.45	85	2.09
11	1.47	36	1.73	61	0.31	86	1.65
12	1.62	37	0.41	62	1.85	87	1.56
13	1.85	38	1.89	63	0.72	88	0.14
14	1.97	39	1.35	64	1.58	89	2.02
15	1.22	40	1.33	65	1.16	90	1.12
16	1.66	41	1.96	66	2.13	91	2.11
17	0.86	42	0.89	67	0.71	92	2.31
18	0.25	43	1.27	68	2.31	93	2.13
19	1.97	44	1.58	69	1.49	94	1.54
20	1.71	45	1.54	70	1.20	95	1.71
21	1.74	46	1.51	71	1.14	96	1.80
22	1.16	47	1.52	72	1.32	97	1.37
23	1.35	48	1.53	73	0.76	98	1.58
24	2.19	49	1.50	74	1.19	99	2.02
25	1.73	50	0.99	75	0.97	100	1.52

Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE C

Tablas de los Tiempos de Servicio

Tiempo de servicio (min) Turno: Mañana											
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	5.16	26	5.17	51	3.72	76	4.38	101	3.80	126	4.68
2	3.81	27	3.18	52	3.40	77	3.63	102	4.58	127	3.32
3	3.31	28	3.75	53	3.70	78	2.72	103	3.96	128	4.26
4	3.11	29	4.73	54	4.69	79	5.94	104	2.88	129	3.74
5	3.97	30	2.86	55	3.49	80	3.11	105	4.57	130	4.80
6	4.93	31	4.80	56	4.28	81	3.99	106	4.33	131	3.19
7	3.76	32	5.18	57	4.06	82	3.62	107	2.92	132	3.18
8	5.18	33	4.00	58	4.59	83	3.70	108	3.60	133	4.33
9	4.96	34	4.91	59	4.20	84	3.45	109	4.40	134	4.31
10	5.52	35	4.33	60	4.94	85	3.38	110	5.37	135	3.91
11	4.76	36	3.61	61	4.14	86	4.48	111	4.63	136	3.79
12	4.31	37	4.64	62	3.99	87	3.40	112	4.72	137	4.88
13	4.18	38	3.91	63	5.39	88	4.31	113	4.44	138	3.64
14	4.95	39	2.46	64	5.16	89	6.02	114	3.61	139	4.22
15	2.77	40	4.75	65	4.67	90	3.37	115	4.88	140	3.46
16	4.53	41	4.18	66	3.17	91	4.59	116	5.75	141	3.65
17	3.80	42	4.47	67	3.12	92	3.07	117	3.26	142	4.12
18	3.73	43	2.44	68	3.10	93	4.41	118	3.39	143	3.40
19	4.00	44	3.78	69	3.49	94	4.63	119	3.27	144	4.15
20	3.74	45	4.17	70	4.04	95	2.83	120	5.11	145	5.63
21	4.02	46	4.48	71	4.52	96	3.29	121	3.98	146	4.07
22	5.16	47	3.86	72	4.16	97	3.01	122	4.42	147	3.61
23	4.13	48	4.19	73	4.13	98	3.74	123	3.40	148	4.17
24	4.09	49	3.13	74	4.16	99	3.95	124	4.13	149	5.14
25	4.34	50	5.15	75	4.32	100	4.84	125	5.63	150	3.70

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (min) Turno: Tarde											
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	2.03	26	1.07	51	1.67	76	3.24	101	2.26	126	1.65
2	0.58	27	5.58	52	8.50	77	5.87	102	5.66	127	1.38
3	5.73	28	2.37	53	2.13	78	1.03	103	0.90	128	6.71
4	4.28	29	1.35	54	2.10	79	1.90	104	1.44	129	1.30
5	2.02	30	2.48	55	1.95	80	2.00	105	4.94	130	1.34
6	2.23	31	1.38	56	1.67	81	1.63	106	6.42	131	1.54
7	6.35	32	1.57	57	2.70	82	0.70	107	4.22	132	2.50
8	6.00	33	2.07	58	3.12	83	2.77	108	3.12	133	3.33
9	0.66	34	1.17	59	6.48	84	1.49	109	2.10	134	5.51
10	3.62	35	1.82	60	4.22	85	2.59	110	2.41	135	1.59
11	3.70	36	0.50	61	1.05	86	1.87	111	3.10	136	2.37
12	5.23	37	1.23	62	5.07	87	0.99	112	3.02	137	1.54
13	4.27	38	1.35	63	5.95	88	0.59	113	0.58	138	1.13
14	6.45	39	0.63	64	5.10	89	3.93	114	1.59	139	2.61
15	1.17	40	1.33	65	1.70	90	1.50	115	11.40	140	2.21
16	4.37	41	3.75	66	0.73	91	1.89	116	3.11	141	2.99
17	1.20	42	1.50	67	2.11	92	2.09	117	1.80	142	2.44
18	2.73	43	1.02	68	1.82	93	2.86	118	1.52	143	3.83
19	2.90	44	0.55	69	0.77	94	0.88	119	1.93	144	6.52
20	1.22	45	1.73	70	2.36	95	1.89	120	4.94	145	2.10
21	1.42	46	3.00	71	1.10	96	0.82	121	4.12	146	1.38
22	2.77	47	11.30	72	2.56	97	2.65	122	2.00	147	1.58
23	1.80	48	3.67	73	4.69	98	1.39	123	0.80	148	0.98
24	1.93	49	1.55	74	0.82	99	4.86	124	2.15	149	1.06
25	0.43	50	6.58	75	1.06	100	1.26	125	2.42	150	2.77

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (min) Turno: Noche											
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	7.39	26	1.37	51	8.76	76	6.11	101	1.34	126	0.83
2	1.09	27	0.79	52	5.83	77	6.17	102	6.03	127	14.60
3	5.89	28	0.31	53	12.33	78	5.02	103	4.87	128	2.58
4	11.42	29	2.76	54	4.92	79	4.65	104	4.39	129	0.54
5	1.35	30	8.42	55	7.86	80	3.26	105	0.96	130	3.74
6	4.16	31	7.17	56	3.31	81	0.55	106	9.58	131	2.03
7	2.94	32	1.36	57	0.93	82	4.70	107	2.03	132	3.31
8	6.38	33	8.11	58	1.22	83	9.87	108	0.75	133	0.09
9	10.67	34	5.03	59	6.35	84	0.77	109	7.52	134	7.00
10	6.48	35	3.58	60	1.68	85	1.41	110	22.73	135	5.73
11	0.06	36	0.87	61	2.85	86	0.00	111	0.82	136	4.07
12	1.69	37	7.36	62	2.60	87	1.29	112	6.47	137	19.71
13	4.96	38	14.57	63	4.82	88	1.63	113	10.68	138	3.53
14	9.81	39	8.51	64	0.13	89	1.33	114	4.08	139	5.53
15	4.37	40	5.23	65	2.97	90	17.42	115	1.50	140	7.00
16	3.16	41	7.60	66	10.59	91	0.63	116	4.97	141	1.12
17	4.76	42	9.17	67	7.25	92	5.13	117	0.29	142	1.52
18	7.16	43	3.42	68	2.56	93	7.79	118	0.30	143	3.52
19	4.96	44	1.71	69	7.01	94	0.98	119	9.03	144	16.44
20	4.36	45	6.02	70	0.19	95	2.09	120	8.89	145	2.36
21	10.52	46	20.99	71	2.73	96	7.69	121	0.25	146	0.31
22	9.04	47	0.02	72	0.78	97	7.43	122	0.35	147	1.59
23	1.81	48	8.09	73	4.12	98	5.87	123	1.40	148	7.68
24	1.38	49	1.12	74	6.07	99	4.55	124	9.10	149	4.16
25	0.54	50	0.66	75	1.20	100	6.92	125	5.13	150	8.26

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de Servicio (Turno: Mañana)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	2.1755	26	9.1563	51	2.1184	76	10.333
2	5.9786	27	13.047	52	5.32	77	1.2546
3	2.5035	28	2.4886	53	5.9299	78	3.1143
4	4.4961	29	4.2088	54	5.5553	79	11.1076
5	1.1817	30	6.4542	55	3.7464	80	6.4769
6	3.01	31	3.6755	56	5.2418	81	2.0501
7	13.974	32	3.6607	57	8.3465	82	2.7932
8	9.6228	33	5.6453	58	3.5608	83	2.4329
9	7.3757	34	7.8047	59	3.0228	84	1.7609
10	3.4966	35	4.0479	60	4.0426	85	2.7655
11	1.2239	36	2.318	61	1.2903	86	1.9102
12	8.2087	37	13.268	62	2.1106	87	2.8202
13	5.3438	38	6.7746	63	6.2941	88	2.499
14	11.626	39	6.9535	64	3.4932	89	9.0287
15	3.9236	40	2.6039	65	1.7664	90	3.223
16	5.2253	41	6.4682	66	1.3998	91	1.6787
17	1.3266	42	4.3467	67	3.6634	92	2.2162
18	6.0564	43	4.6339	68	3.993	93	1.8541
19	4.0957	44	2.0034	69	1.1409	94	4.8147
20	4.1141	45	14.629	70	1.2291	95	3.3854
21	9.2564	46	8.2743	71	13.8564	96	5.4475
22	3.9666	47	5.3056	72	3.1012	97	2.4791
23	7.1604	48	3.4183	73	2.6733	98	3.2291
24	1.637	49	4.9271	74	1.3539	99	9.4933
25	8.9468	50	2.4158	75	1.6433	100	6.3357

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de Servicio (Turno: Tarde)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	3.750	26	9.832	51	7.713	76	8.638
2	5.250	27	11.000	52	12.119	77	8.180
3	6.233	28	14.367	53	8.197	78	9.526
4	11.223	29	12.053	54	12.067	79	5.435
5	14.360	30	11.986	55	4.998	80	7.368
6	5.433	31	7.419	56	7.309	81	14.737
7	7.950	32	10.101	57	13.010	82	8.768
8	8.256	33	13.418	58	13.417	83	10.952
9	7.943	34	8.784	59	6.781	84	6.615
10	10.301	35	14.450	60	13.297	85	4.201
11	11.452	36	14.765	61	13.464	86	4.488
12	6.200	37	8.135	62	9.324	87	6.364
13	5.433	38	13.976	63	10.510	88	10.574
14	7.443	39	5.151	64	4.352	89	8.556
15	12.340	40	13.003	65	10.997	90	5.779
16	12.650	41	8.823	66	13.920	91	8.054
17	6.733	42	12.308	67	5.653	92	6.722
18	5.967	43	6.921	68	6.462	93	13.570
19	7.417	44	4.691	69	9.407	94	9.145
20	15.083	45	7.874	70	11.194	95	14.064
21	5.850	46	7.377	71	10.165	96	6.126
22	15.030	47	10.328	72	8.315	97	13.880
23	9.919	48	11.728	73	7.947	98	11.175
24	7.066	49	13.847	74	10.362	99	7.802
25	12.465	50	6.632	75	8.701	100	9.084

Fuente: elaboración propia

Tiempo de Servicio (Turno: Noche)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	13.53	26	12.84	51	29.30	76	6.75
2	16.33	27	12.67	52	26.00	77	17.79
3	15.36	28	23.09	53	74.55	78	14.24
4	15.50	29	22.43	54	8.46	79	12.56
5	15.94	30	18.87	55	10.18	80	6.81
6	17.06	31	24.33	56	11.60	81	6.48
7	6.84	32	23.28	57	18.12	82	3.38
8	7.01	33	21.79	58	7.01	83	14.27
9	9.98	34	25.60	59	19.76	84	6.69
10	7.78	35	18.63	60	2.85	85	19.67
11	5.39	36	18.92	61	29.43	86	5.07
12	4.54	37	14.87	62	14.30	87	6.88
13	8.06	38	17.21	63	16.01	88	6.47
14	3.91	39	13.55	64	28.91	89	10.39
15	8.68	40	25.81	65	20.64	90	13.84
16	5.00	41	22.51	66	12.93	91	14.06
17	3.97	42	12.82	67	7.41	92	12.58
18	9.19	43	18.93	68	11.41	93	4.61
19	3.97	44	68.09	69	11.96	94	10.35
20	13.78	45	17.75	70	8.61	95	9.12
21	14.77	46	5.18	71	22.16	96	7.01
22	13.52	47	16.50	72	14.28	97	10.47
23	15.70	48	18.32	73	13.03	98	9.30
24	10.76	49	11.17	74	22.10	99	8.77
25	11.50	50	12.23	75	67.86	100	7.27

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Mañana)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	7.09	26	11.27	51	6.44	76	6.18
2	7.90	27	6.41	52	4.50	77	3.92
3	8.68	28	13.65	53	3.94	78	6.48
4	7.94	29	10.07	54	4.29	79	4.20
5	8.50	30	7.32	55	1.65	80	2.96
6	8.08	31	10.72	56	3.96	81	2.24
7	9.86	32	9.35	57	1.60	82	4.66
8	13.87	33	9.13	58	3.07	83	5.11
9	8.50	34	6.43	59	8.12	84	6.58
10	8.39	35	6.15	60	10.30	85	5.51
11	9.47	36	9.99	61	3.97	86	4.10
12	8.26	37	7.11	62	4.49	87	6.27
13	11.26	38	9.67	63	6.24	88	2.07
14	12.42	39	5.83	64	1.21	89	4.44
15	8.63	40	2.27	65	2.22	90	6.17
16	7.86	41	5.42	66	5.61	91	9.93
17	14.09	42	2.49	67	3.38	92	3.48
18	9.29	43	5.01	68	2.89	93	4.39
19	9.49	44	5.92	69	7.05	94	1.80
20	10.66	45	6.80	70	3.68	95	1.87
21	8.22	46	4.14	71	8.46	96	2.57
22	12.68	47	7.20	72	5.55	97	3.79
23	13.63	48	5.41	73	6.93	98	8.74
24	10.07	49	3.42	74	5.24	99	3.95
25	7.63	50	5.06	75	7.75	100	2.56

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Tarde)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	5.933	21	0.650	41	10.881	61	5.088
2	4.167	22	2.600	42	9.168	62	2.955
3	5.483	23	1.967	43	2.772	63	1.221
4	4.133	24	3.500	44	2.663	64	12.839
5	2.700	25	9.667	45	1.807	65	1.422
6	4.883	26	6.350	46	6.422	66	1.087
7	3.917	27	1.383	47	1.388	67	9.278
8	2.800	28	2.017	48	3.225	68	0.963
9	5.667	29	1.900	49	7.645	69	3.276
10	7.483	30	2.190	50	10.568	70	16.115
11	7.767	31	1.242	51	3.139	71	0.973
12	2.450	32	7.902	52	2.681	72	3.999
13	0.950	33	1.993	53	3.810	73	0.952
14	0.550	34	3.983	54	4.400	74	2.441
15	5.633	35	6.989	55	4.360	75	6.486
16	2.983	36	2.126	56	3.670	76	2.694
17	1.667	37	1.622	57	1.387	77	4.680
18	2.467	38	5.625	58	4.889	78	5.182
19	2.400	39	2.437	59	0.831	79	4.279
20	14.850	40	2.883	60	1.656	80	4.086

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Noche)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	8.671	26	5.457	51	0.750	76	5.403
2	8.634	27	2.419	52	5.838	77	3.656
3	3.407	28	3.286	53	4.667	78	16.724
4	7.371	29	2.815	54	2.205	79	1.766
5	3.304	30	3.644	55	4.375	80	3.884
6	3.340	31	3.537	56	11.504	81	2.838
7	3.258	32	4.952	57	2.753	82	2.460
8	7.747	33	2.317	58	2.346	83	0.978
9	2.038	34	9.145	59	1.915	84	3.180
10	2.421	35	2.224	60	4.906	85	5.100
11	5.135	36	3.049	61	9.844	86	5.188
12	1.216	37	4.416	62	1.593	87	1.686
13	4.773	38	3.951	63	2.582	88	1.462
14	1.475	39	6.127	64	0.971	89	1.605
15	2.729	40	2.978	65	8.866	90	1.584
16	4.358	41	3.703	66	2.139	91	4.257
17	9.454	42	1.553	67	4.039	92	5.838
18	15.953	43	9.668	68	1.250	93	2.336
19	1.669	44	18.420	69	4.732	94	5.131
20	1.352	45	3.261	70	1.859	95	3.350
21	3.171	46	7.026	71	4.784	96	2.714
22	0.523	47	2.783	72	1.414	97	7.036
23	0.573	48	0.965	73	5.228	98	4.886
24	2.487	49	9.632	74	4.947	99	4.151
25	2.462	50	4.566	75	1.935	100	3.614

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Mañana)											
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	6.10	26	1.37	51	0.75	76	2.63	101	6.04	126	2.34
2	0.50	27	11.22	52	1.12	77	4.08	102	11.57	127	7.45
3	2.36	28	4.27	53	4.25	78	1.00	103	0.89	128	1.58
4	0.16	29	0.01	54	1.99	79	3.40	104	1.31	129	0.62
5	3.78	30	3.62	55	4.43	80	0.36	105	8.89	130	4.75
6	3.79	31	1.13	56	5.31	81	3.95	106	0.78	131	0.36
7	1.87	32	11.18	57	21.06	82	1.89	107	0.92	132	2.26
8	3.49	33	3.27	58	1.93	83	3.76	108	2.91	133	8.91
9	5.85	34	1.43	59	8.05	84	7.71	109	0.62	134	6.98
10	1.58	35	2.57	60	8.71	85	2.15	110	4.25	135	0.56
11	0.20	36	0.59	61	0.81	86	4.65	111	1.44	136	8.92
12	0.17	37	4.19	62	1.39	87	2.08	112	1.76	137	1.18
13	2.90	38	10.32	63	2.57	88	0.36	113	0.62	138	0.04
14	1.10	39	3.87	64	2.04	89	2.10	114	1.34	139	0.59
15	1.48	40	2.56	65	4.28	90	4.15	115	0.57	140	1.64
16	0.82	41	1.59	66	14.25	91	5.23	116	0.19	141	0.67
17	0.61	42	2.51	67	2.50	92	11.26	117	0.02	142	5.20
18	1.22	43	1.17	68	3.30	93	2.05	118	0.08	143	0.68
19	0.99	44	0.47	69	10.19	94	0.18	119	3.75	144	1.07
20	8.93	45	0.32	70	3.72	95	1.03	120	1.26	145	8.76
21	4.82	46	2.69	71	3.66	96	1.50	121	3.93	146	1.69
22	0.16	47	1.75	72	0.62	97	3.25	122	0.11	147	1.77
23	0.85	48	4.81	73	5.16	98	15.09	123	1.99	148	5.09
24	13.41	49	6.58	74	0.94	99	5.01	124	5.96	149	3.82
25	0.04	50	6.49	75	0.99	100	8.70	125	1.97	150	4.21

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Tarde)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	1.78	26	1.87	51	0.64	76	3.11
2	0.2	27	1.23	52	2.67	77	1.19
3	2.57	28	1.45	53	1.89	78	0.68
4	0.47	29	1.08	54	1.04	79	0.76
5	2.05	30	2.4	55	2.31	80	3.02
6	2.33	31	0.98	56	0.95	81	2.25
7	3.92	32	1.12	57	0.67	82	1.3
8	0.93	33	0.85	58	1.34	83	2.66
9	1.58	34	1.99	59	2.04	84	3.95
10	1.50	35	2.06	60	1.15	85	1.7
11	1.20	36	0.76	61	0.86	86	1.98
12	1.00	37	2.23	62	1.12	87	0.58
13	1.28	38	1.54	63	1.19	88	2.12
14	0.8	39	0.66	64	2.07	89	0.86
15	2.83	40	1	65	3.44	90	1.28
16	0.82	41	0.84	66	1.03	91	0.82
17	1.4	42	0.64	67	0.93	92	2.85
18	1.67	43	1.2	68	0.92	93	0.54
19	1.92	44	3.76	69	1.12	94	1.94
20	1.08	45	1.36	70	1	95	5.84
21	0.83	46	1.55	71	1.07	96	0.61
22	1.08	47	0.99	72	1.49	97	1.76
23	1.72	48	3.22	73	1.98	98	0.91
24	1.93	49	1.78	74	1.36	99	3.11
25	0.67	50	2.09	75	0.34	100	5.88

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Noche)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	3	26	2.99	51	7.33	76	2.82
2	4.51	27	0.45	52	7.01	77	7.78
3	3.97	28	9.49	53	9.81	78	2.59
4	12.84	29	1.32	54	0.23	79	2.77
5	7.42	30	3.98	55	3.96	80	2.97
6	1.48	31	12.62	56	0.87	81	2.25
7	1.63	32	3.61	57	0.46	82	7.12
8	10.98	33	0.85	58	11.78	83	4.36
9	2.51	34	5.85	59	0.24	84	4.35
10	7.67	35	6.70	60	3.29	85	1.09
11	6.01	36	2.53	61	1.92	86	3.11
12	4.81	37	1.93	62	11.62	87	0.06
13	0.89	38	5.18	63	5.46	88	0.12
14	10.05	39	2.24	64	1.86	89	0.85
15	6.54	40	9.60	65	5.57	90	10.2
16	6.70	41	2.16	66	8.29	91	4.55
17	1.20	42	8.15	67	6.15	92	6.64
18	5.85	43	3.36	68	7.89	93	7.32
19	0.29	44	1.25	69	3.35	94	3.74
20	1.15	45	0.99	70	6.26	95	5.65
21	0.41	46	7.65	71	5.18	96	7.42
22	0.96	47	1.28	72	0.93	97	8.00
23	2.77	48	2.36	73	3.02	98	8.58
24	2.33	49	0.79	74	1.06	99	6.19
25	1.50	50	4.90	75	2.63	100	9.74

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Mañana)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	1.22	26	1.14	51	1.30	76	1.69
2	1.19	27	1.37	52	1.57	77	1.54
3	2.31	28	2.13	53	1.93	78	1.82
4	1.02	29	2.29	54	1.82	79	0.75
5	1.00	30	2.30	55	0.85	80	1.05
6	1.99	31	2.08	56	1.34	81	2.15
7	0.81	32	0.79	57	1.30	82	2.00
8	1.88	33	1.63	58	2.04	83	0.69
9	0.67	34	1.64	59	1.61	84	2.28
10	0.65	35	1.91	60	0.72	85	1.13
11	1.81	36	2.30	61	1.67	86	1.59
12	1.89	37	1.91	62	1.30	87	0.87
13	2.18	38	1.32	63	1.37	88	1.67
14	0.66	39	1.40	64	1.05	89	2.27
15	0.90	40	1.33	65	1.68	90	2.29
16	0.93	41	1.80	66	1.44	91	1.28
17	2.05	42	1.36	67	1.98	92	0.65
18	2.18	43	1.90	68	1.46	93	0.82
19	1.63	44	1.45	69	1.17	94	1.24
20	2.09	45	1.75	70	2.23	95	0.71
21	1.00	46	0.91	71	1.99	96	1.07
22	1.05	47	2.27	72	2.14	97	0.70
23	0.69	48	1.81	73	1.15	98	0.74
24	0.94	49	1.07	74	1.50	99	0.63
25	1.44	50	2.34	75	1.73	100	1.02

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Tarde)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	2.50	26	1.17	51	1.29	76	1.28
2	1.87	27	0.87	52	0.97	77	0.45
3	0.98	28	1.48	53	0.63	78	1.69
4	1.37	29	0.66	54	1.73	79	1.93
5	1.03	30	0.70	55	0.87	80	1.88
6	0.70	31	0.86	56	1.06	81	1.32
7	1.40	32	1.36	57	0.76	82	2.80
8	1.00	33	0.85	58	1.57	83	2.83
9	1.07	34	1.68	59	1.02	84	1.07
10	0.45	35	1.27	60	0.66	85	1.34
11	1.47	36	0.89	61	1.23	86	1.95
12	3.50	37	0.55	62	0.88	87	0.91
13	0.88	38	0.68	63	1.68	88	1.62
14	0.72	39	1.40	64	0.85	89	2.15
15	0.63	40	1.56	65	1.28	90	1.09
16	0.68	41	1.40	66	1.07	91	0.57
17	1.05	42	1.14	67	0.67	92	0.73
18	0.75	43	2.56	68	0.63	93	0.67
19	1.02	44	0.55	69	1.56	94	2.41
20	0.83	45	1.65	70	0.62	95	0.71
21	1.00	46	0.44	71	0.56	96	0.55
22	1.22	47	1.14	72	0.92	97	2.00
23	2.34	48	1.45	73	0.78	98	3.11
24	1.23	49	0.68	74	1.34	99	2.80
25	0.80	50	0.75	75	0.97	100	1.34

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Noche)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	0.66	26	0.74	51	0.96	76	0.50
2	0.57	27	4.74	52	0.88	77	0.63
3	0.55	28	1.07	53	1.37	78	0.73
4	0.88	29	0.66	54	1.06	79	1.93
5	1.32	30	0.77	55	2.41	80	0.69
6	0.99	31	1.25	56	1.88	81	0.91
7	1.09	32	0.90	57	1.03	82	0.97
8	2.07	33	1.97	58	1.42	83	1.84
9	1.05	34	0.63	59	4.05	84	0.46
10	0.93	35	1.52	60	0.48	85	2.91
11	1.12	36	1.15	61	1.43	86	0.52
12	1.49	37	0.54	62	2.56	87	0.59
13	1.26	38	0.78	63	1.52	88	1.06
14	0.89	39	0.91	64	2.03	89	1.34
15	0.61	40	1.06	65	2.12	90	0.36
16	0.84	41	0.84	66	2.18	91	0.22
17	1.02	42	1.00	67	0.65	92	2.24
18	1.67	43	1.41	68	1.22	93	2.30
19	1.37	44	1.27	69	1.30	94	0.32
20	1.03	45	2.21	70	0.43	95	1.20
21	1.71	46	1.62	71	2.48	96	1.14
22	1.32	47	1.08	72	1.12	97	1.08
23	1.57	48	2.15	73	0.73	98	1.02
24	1.04	49	0.77	74	2.66	99	2.40
25	3.02	50	1.17	75	2.72	100	2.12

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Mañana)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	1.45	26	2.67	51	4.32	76	3.64
2	4.43	27	2.04	52	2.05	77	3.25
3	3.20	28	2.63	53	2.27	78	1.51
4	2.18	29	4.33	54	4.02	79	4.18
5	3.51	30	1.88	55	3.97	80	3.77
6	4.01	31	3.84	56	1.77	81	4.12
7	2.62	32	3.27	57	2.07	82	3.73
8	2.60	33	1.77	58	2.04	83	3.02
9	3.72	34	2.26	59	1.57	84	3.68
10	3.56	35	2.98	60	2.73	85	3.46
11	2.21	36	4.15	61	1.63	86	1.78
12	1.50	37	2.91	62	2.73	87	1.31
13	3.68	38	5.25	63	3.10	88	3.41
14	2.87	39	2.46	64	3.90	89	3.06
15	2.48	40	5.18	65	1.21	90	3.08
16	1.79	41	2.25	66	4.45	91	2.65
17	4.62	42	2.41	67	2.44	92	1.22
18	1.38	43	3.73	68	2.88	93	2.92
19	2.73	44	3.05	69	2.01	94	1.94
20	5.19	45	4.25	70	2.05	95	3.62
21	3.46	46	3.62	71	2.83	96	3.17
22	4.25	47	3.01	72	2.71	97	3.13
23	1.52	48	3.69	73	3.15	98	2.68
24	2.44	49	2.72	74	3.34	99	2.44
25	3.44	50	3.77	75	2.91	100	3.89

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de servicio (Turno: Tarde)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	3.32	26	2.19	51	3.54	76	3.61
2	4.88	27	2.76	52	1.15	77	1.58
3	2.30	28	2.43	53	3.03	78	2.69
4	5.05	29	2.92	54	3.17	79	5.39
5	2.55	30	3.22	55	4.13	80	2.39
6	3.52	31	5.68	56	2.42	81	1.78
7	1.48	32	4.23	57	2.43	82	3.77
8	1.95	33	3.36	58	3.38	83	3.83
9	1.43	34	4.71	59	5.70	84	3.34
10	2.63	35	5.03	60	2.28	85	2.90
11	1.75	36	3.38	61	1.65	86	1.73
12	2.22	37	3.82	62	3.21	87	1.57
13	2.85	38	2.93	63	2.99	88	2.29
14	3.88	39	2.46	64	2.78	89	4.16
15	4.10	40	2.51	65	2.74	90	3.07
16	3.35	41	3.86	66	3.61	91	1.80
17	4.08	42	3.73	67	2.48	92	2.37
18	4.15	43	2.73	68	3.79	93	1.65
19	2.83	44	4.01	69	3.96	94	1.62
20	2.61	45	1.97	70	3.02	95	3.45
21	1.94	46	3.87	71	1.99	96	3.63
22	3.39	47	2.99	72	1.39	97	1.60
23	3.03	48	2.00	73	3.07	98	2.15
24	1.09	49	1.56	74	3.59	99	4.40
25	2.74	50	4.09	75	2.54	100	3.93

Fuente: Elaboración propia

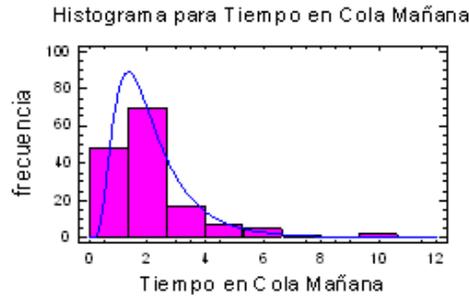
Tiempo de servicio (Turno: Noche)							
N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs	N°	Obs
1	3.38	26	1.81	51	4.35	76	3.91
2	4.42	27	2.69	52	1.88	77	3.73
3	3.94	28	3.14	53	2.98	78	3.03
4	2.78	29	3.16	54	5.14	79	2.81
5	1.36	30	5.58	55	2.75	80	1.78
6	2.73	31	3.46	56	4.64	81	5.47
7	3.80	32	4.23	57	2.44	82	2.54
8	3.93	33	1.86	58	1.91	83	4.52
9	2.47	34	4.36	59	1.74	84	3.65
10	5.73	35	3.15	60	3.13	85	2.22
11	1.74	36	1.51	61	4.83	86	5.06
12	1.06	37	2.69	62	2.71	87	4.83
13	1.56	38	5.05	63	4.93	88	3.68
14	4.35	39	3.40	64	3.49	89	5.37
15	3.53	40	2.04	65	1.50	90	5.11
16	5.36	41	4.45	66	1.71	91	4.93
17	4.35	42	3.12	67	1.21	92	3.03
18	2.15	43	3.33	68	2.76	93	3.73
19	2.09	44	2.38	69	3.93	94	2.57
20	4.11	45	1.39	70	1.58	95	1.76
21	2.41	46	4.34	71	2.52	96	4.68
22	1.68	47	1.58	72	1.43	97	3.37
23	3.36	48	1.64	73	2.86	98	2.15
24	3.61	49	2.74	74	5.33	99	4.89
25	2.93	50	0.75	75	4.51	100	4.13

Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE D

Pruebas estadísticas de los Tiempos de Espera

Sistema de Pago (Turno: Mañana)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste del tiempo en cola (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado				
Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
Menor o igual	0,921928	18	16,67	0,11
0,921928	1,19533	20	16,67	0,67
1,19533	1,4458	17	16,67	0,01
1,4458	1,70648	18	16,67	0,11
1,70648	2,0009	16	16,67	0,03
2,0009	2,36166	16	16,67	0,03
2,36166	2,85654	14	16,67	0,43
2,85654	3,70364	11	16,67	ene-93
Mayor	3,70364	20	16,67	0,67
Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
3,96013		6	0,682073	

Fuente: Statgrafics 5.1

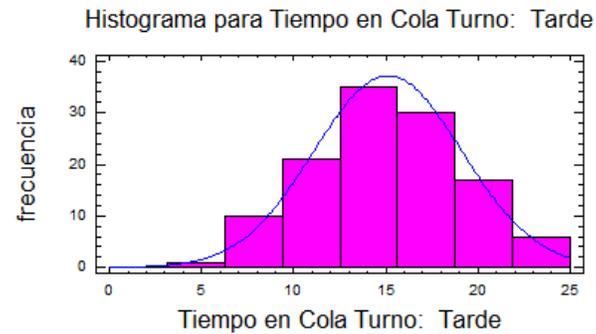
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0783656
DMENOS	0,043553
DN Global	0,0783656
P-Valor Aprox.	0,31752

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0783656	≥ 0.10
Anderson-Darling	1,03737	≥ 0.10

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempos de espera del Sistema de Pago (Turno: Tarde)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste del tiempo en cola (Tarde)

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	10.4989	14	15.00	0.07
	10.4989	12.4131	17		0.27
	12.4131	13.8447	14	15.00	0.07
	13.8447	15.1265	19		1.07
	15.1265	16.4083	8	15.00	3.27
	16.4083	17.8399	18		0.60
	17.8399	19.7541	14		0.07
Mayor	19.7541		16	15.00	0.07
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
5.46674			5	0.361606	

Fuente: Statgrafics 5.1

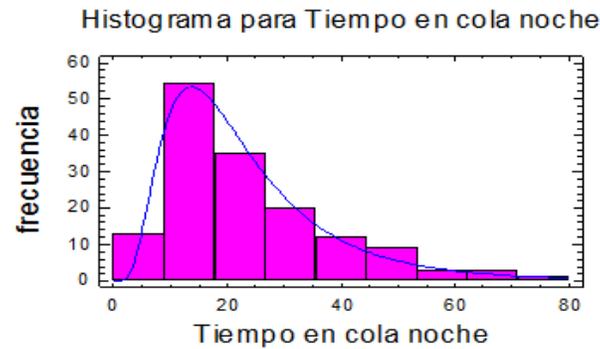
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0.0646911
DMENOS	0.0408189
DN Global	0.0646911
P-Valor Aprox.	0.696783

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0.0646911	≥ 0.10
Anderson-Darling	0.283839	0.6262

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempos de espera del Sistema de Pago (Turno: Noche)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste del tiempo en cola (Noche)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	9,43512	15	16,67	0,17
	9,43512	12,4411	16	16,67	0,03
	12,44110	15,235	23	16,67	2,41
	15,23500	18,1763	15	16,67	0,17
	18,17630	21,5336	16	16,67	0,03
	21,53360	25,6911	14	16,67	0,43
	25,69110	31,4605	15	16,67	0,17
	31,46050	41,4836	15	16,67	0,17
	41,48360	75,2	21	14,59	2,82
Mayor	75,20000		0	2,08	2,08
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
8,5039			7	0,294558	

Fuente: Statgrafics 5.1

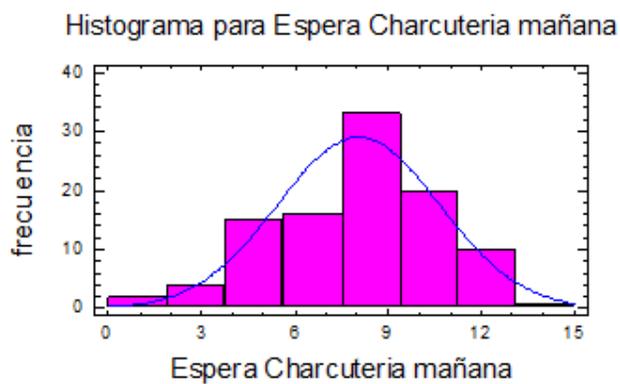
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0406872
DMENOS	0,0362047
DN Global	0,0406872
P-Valor Aprox.	0,965013

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0406872	≥ 0.10
Anderson-Darling	0,34601	≥ 0.10

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Charcutería (Turno: Mañana)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de tiempo de espera en Charcutería (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	5,04308	13	12,62	0,01
	5,04308	6,28528	12	12,62	0,03
	6,28528	7,2142	10	12,62	0,55
	7,21420	8,04599	11	12,63	0,21
	8,04599	8,87777	16	12,63	0,90
	8,87777	9,8067	13	12,62	0,01
	9,80670	11,0489	15	12,62	0,45
Mayor	11,04890		11	12,62	0,21
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
2,36623			5	0,796492	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0359766
DMENOS	0,0635294
DN Global	0,0635294
P-Valor Aprox.	0,809644

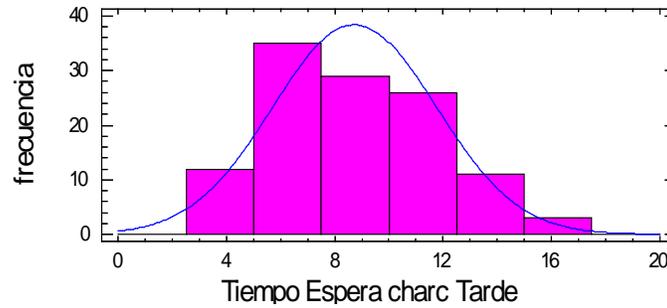
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0635294	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,263077	0,6943

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Charcutería (Turno: Tarde)

Histograma para Tiempo Espera charc Tarde



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de tiempo de espera en Charcutería (Tarde)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	5.26615	15	14.5	0.02
	5.26615	6.69963	14	14.5	0.02
	6.69963	7.77159	19	14.5	1.40
	7.77159	8.73147	15	14.5	0.02
	8.73147	9.69134	10	14.5	1.40
	9.69134	10.7633	14	14.5	0.02
	10.76330	12.1968	14	14.5	0.02
Mayor	12.19680		15	14.5	0.02
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
2.89674			5	0.715902	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0.0734618
DMENOS	0.0291942
DN Global	0.0734618
P-Valor Aprox.	0.558512

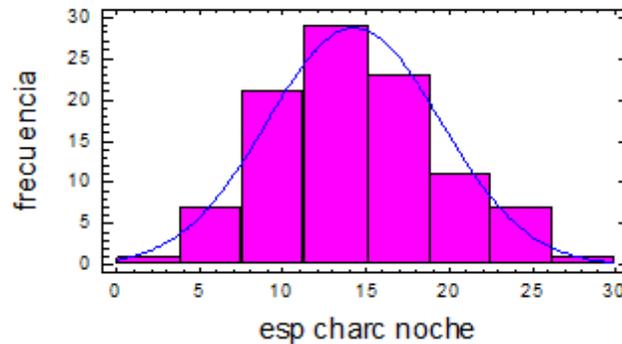
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0.0734618	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0.322481	0.5237

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Charcutería (Turno: Noche)

Histograma para esp charc noche



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de tiempo de espera en Charcutería (Noche)

Contraste Chi-Cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
Menor o igual	8,26295	11	12,5	0,18
8,26295	10,7462	12	12,5	0,02
10,74620	12,6032	18	12,5	2,42
12,60320	14,266	13	12,5	0,02
14,26600	15,9287	13	12,5	0,02
15,92870	17,7857	8	12,5	1,62
17,78570	20,269	12	12,5	0,02
Mayor	20,26900	13	12,5	0,02
Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
4,31996		5	0,504327	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0610564
DMENOS	0,0410739
DN Global	0,0610564
P-Valor Aprox.	0,849993

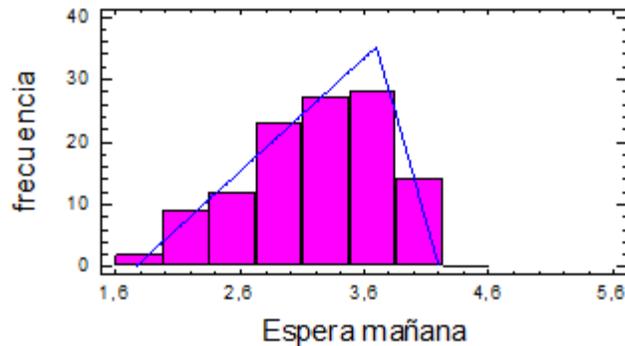
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0610564	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,349503	0,4674

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de Espera en Perfumería (Turno: Mañana)

Histograma para Espera mañana



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo de Espera en Perfumería (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	2,52171	15	14,38	0,03
	2,52171	2,84136	16	14,37	0,02
	2,84136	3,08664	12	14,37	0,39
	3,08664	3,29342	12	14,38	0,39
	3,29342	3,4756	18	14,37	0,91
	3,47560	3,6403	16	14,38	0,18
	3,64030	3,80658	10	14,37	1,33
	3,80658		16	14,38	0,18
Mayor	Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
	3,6087		4	0,461544	

Fuente: Statgrafics 5.1

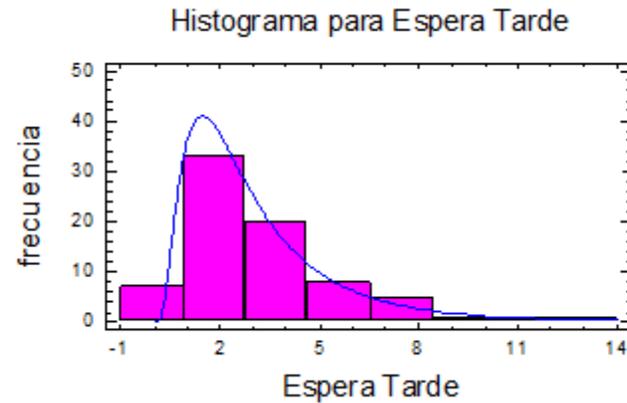
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0320608
DMENOS	0,0513406
DN Global	0,0513406
P-Valor Aprox.	0,922247

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0513406	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,436283	$\geq 0,10$

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de Espera en Perfumería (Turno: Tarde)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo de Espera en Perfumería (Tarde)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	1,06665	10	9,5	0,03
	1,06665	1,51093	10	9,5	0,03
	1,51093	1,96033	10	9,5	0,03
	1,96033	2,47508	3	9,5	4,45
	2,47508	3,125	15	9,5	3,18
	3,12500	4,05449	8	9,5	0,24
	4,05449	5,74326	10	9,5	0,03
	5,74326		10	9,5	0,03
Mayor	Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
	8,00043		5	0,156212	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0399345
DMENOS	0,0773618
DN Global	0,0773618
P-Valor Aprox.	0,75328

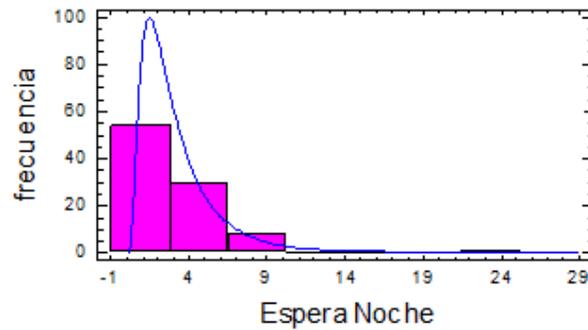
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0773618	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,203903	$\geq 0,10$

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de Espera en Perfumería (Turno: Noche)

Histograma para Espera Noche



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo de Espera en Perfumería (Noche)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	1,05614	10	11,62	0,23
	1,05614	1,50401	15	11,62	0,98
	1,50401	1,95912	9	11,62	0,59
	1,95912	2,48236	14	11,63	0,48
	2,48236	3,14535	10	11,62	0,23
	3,14535	4,09712	10	11,62	0,23
	4,09712	5,83454	12	11,62	0,01
	5,83454		13	11,62	0,16
Mayor	Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
	2,91376		5	0,713279	

Fuente: Statgrafics 5.1

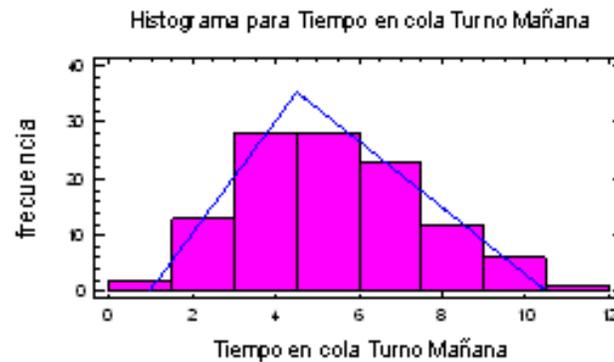
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0532697
DMENOS	0,0276874
DN Global	0,0532697
P-Valor Aprox.	0,954489

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0532697	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,162525	$\geq 0,10$

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Panadería (Turno: Mañana)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en Cola en Panadería (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado				
Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
Menor o igual	3,02516	15	14,13	0,05
3,02516	3,88058	18	14,13	1,06
3,88058	4,537	10	14,12	1,20
4,537	5,1697	15	14,13	0,05
5,1697	5,88784	13	14,13	0,09
5,88784	6,73969	14	14,13	0,00
6,73969	7,84985	12	14,13	0,32
Mayor	7,84985	16	14,13	0,25
Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
3,0354		4	0,551919	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0726766
DMENOS	0,0513597
DN Global	0,0726766
P-Valor Aprox.	0,589355

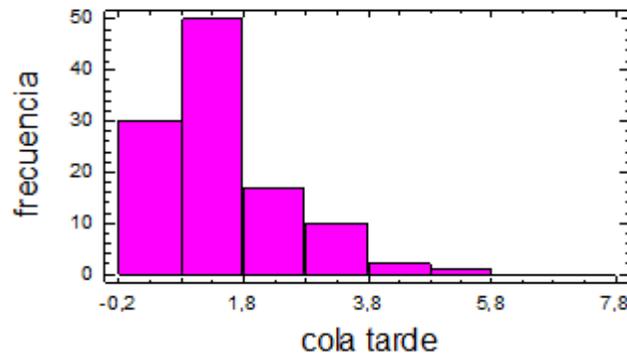
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0726766	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,954545	$\geq 0,10$

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Panadería (Turno: Tarde)

Histograma



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en Cola en Panadería (Tarde)

Contraste Chi-Cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
Menor o igual	0,543153	14	13,75	0,00
0,54315	0,74999	13	13,75	0,04
0,74999	0,954659	16	13,75	0,37
0,95466	1,1849	14	13,75	0,00
1,18490	1,47068	12	13,75	0,22
1,47068	1,87202	11	13,75	0,55
1,87202	2,5849	13	13,75	0,04
Mayor	2,58490	17	13,75	0,77
Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
2,00001		5	8,49E-01	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0420037
DMENOS	0,052889
DN Global	0,052889
P-Valor Aprox.	0,918014

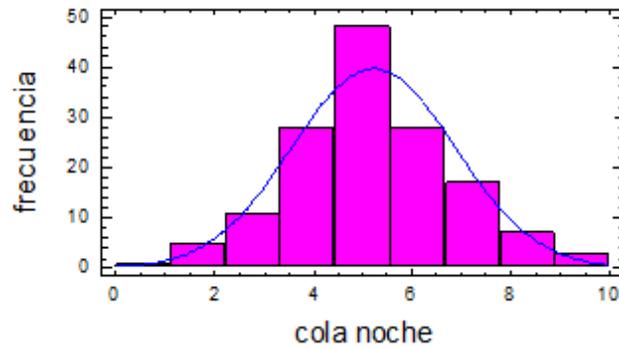
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,052889	≥ 0.10
Anderson-Darling	0,264219	≥ 0.10

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Panadería (Turno: Noche)

Histograma para cola noche



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en Cola en panadería (Noche)

Contraste Chi-Cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
Menor o igual	3,19324	14	16,44	0,36
3,19324	3,94777	18	16,44	0,15
3,94777	4,50049	15	16,44	0,13
4,50049	4,9821	20	16,44	0,77
4,98210	5,44452	23	16,44	2,61
5,44452	5,92613	9	16,44	3,37
5,92613	6,47885	18	16,44	0,15
6,47885	7,23338	14	16,44	0,36
Mayor	7,23338	17	16,44	0,02
Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
7,91798		6	2,44E-01	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,054477
DMENOS	0,0326108
DN Global	0,054477
P-Valor Aprox.	0,772019

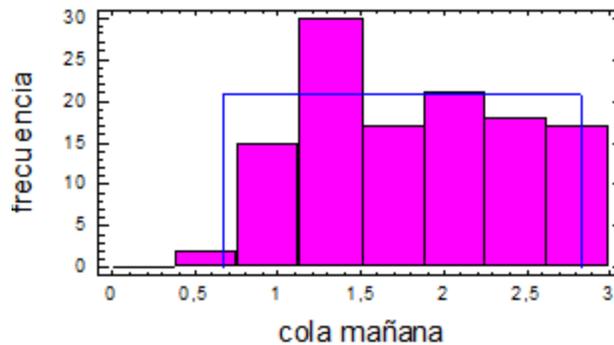
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,054477	≥ 0.10
Anderson-Darling	0,28412	0,6264

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Bodegón (Turno: Mañana)

Histograma para cola mañana



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en cola (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	0,9325	8	15	3,27
	0,93250	1,205	14	15	0,07
	1,20500	1,4775	22	15	3,27
	1,47750	1,75	14	15	0,07
	1,75000	2,0225	15	15	0,00
	2,02250	2,295	14	15	0,07
	2,29500	2,5675	16	15	0,07
Mayor	2,56750		17	15	0,27
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
7,06667			5	0,215729	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0259174
DMENOS	0,083104
DN Global	0,083104
P-Valor Aprox.	0,382548

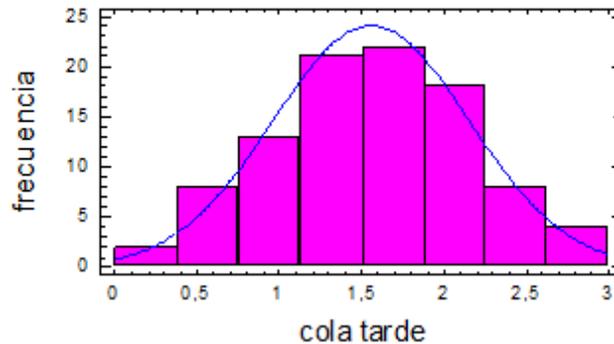
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,083104	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	1,10982	$\geq 0,10$

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Bodegón (Turno: Tarde)

Histograma para cola tarde



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en cola en bodegón (Tarde)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	0,868499	13	12	0,08
	0,86850	1,15282	11	12	0,08
	1,15282	1,36545	13	12	0,08
	1,36545	1,55583	8	12	1,33
	1,55583	1,74622	15	12	0,75
	1,74622	1,95884	10	12	0,33
	1,95884	2,24317	14	12	0,33
Mayor	2,24317		12	12	0,00
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
3,00002			5	0,699982	

Fuente: Statgrafics 5.1

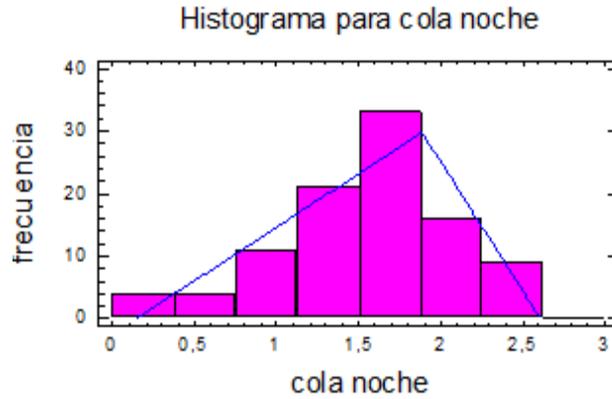
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0575926
DMENOS	0,0369675
DN Global	0,0575926
P-Valor Aprox.	0,907752

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0575926	≥ 0,10
Anderson-Darling	0,175917	0,9208

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Bodegón (Turno: Noche)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en cola en bodegón (Noche)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	0,874137	10	12,25	0,41
	0,87414	1,17823	12	12,25	0,01
	1,17823	1,41156	11	12,25	0,13
	1,41156	1,60827	18	12,25	2,7
	1,60827	1,78158	14	12,25	0,25
	1,78158	1,94119	12	12,25	0,01
	1,94119	2,13708	10	12,25	0,41
Mayor	2,13708		11	12,25	0,13
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
4,04082			4	0,40051	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0652425
DMENOS	0,0612789
DN Global	0,0652425
P-Valor Aprox.	0,798383

Fuente: Statgrafics 5.1

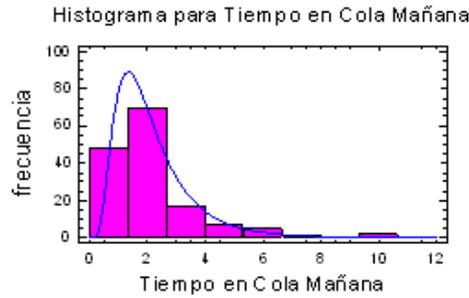
Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0652425	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,636975	$\geq 0,10$

Fuente: Statgrafics 5.1

APÉNDICE E

Pruebas estadísticas de los Tiempos de Servicio

Tiempos de espera del Sistema de Pago (Turno: Mañana)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste del tiempo en cola (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado				
Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
Menor o igual	0,921928	18	16,67	0,11
0,921928	1,19533	20	16,67	0,67
1,19533	1,4458	17	16,67	0,01
1,4458	1,70648	18	16,67	0,11
1,70648	2,0009	16	16,67	0,03
2,0009	2,36166	16	16,67	0,03
2,36166	2,85654	14	16,67	0,43
2,85654	3,70364	11	16,67	ene-93
Mayor	3,70364	20	16,67	0,67
Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
3,96013		6	0,682073	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0783656
DMENOS	0,043553
DN Global	0,0783656
P-Valor Aprox.	0,31752

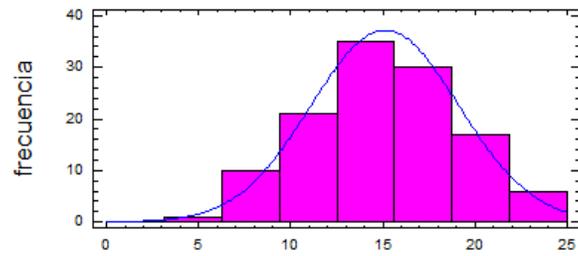
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0783656	≥ 0.10
Anderson-Darling	1,03737	≥ 0.10

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempos de espera del Sistema de Pago (Turno: Tarde)

Histograma para Tiempo en Cola Turno: Tarde



Tiempo en Cola Turno: Tarde

Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste del tiempo en cola (Tarde)

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	10.4989	14	15.00	0.07
	10.4989	12.4131	17		0.27
	12.4131	13.8447	14	15.00	0.07
	13.8447	15.1265	19		1.07
	15.1265	16.4083	8	15.00	3.27
	16.4083	17.8399	18		0.60
	17.8399	19.7541	14		0.07
Mayor	19.7541		16	15.00	0.07
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
5.46674			5	0.361606	

Fuente: Statgrafics 5.1

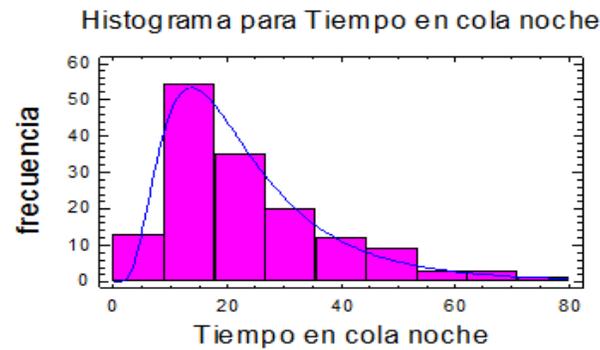
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0.0646911
DMENOS	0.0408189
DN Global	0.0646911
P-Valor Aprox.	0.696783

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0.0646911	≥ 0.10
Anderson-Darling	0.283839	0.6262

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempos de espera del Sistema de Pago (Turno: Noche)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste del tiempo en cola (Noche)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	9,43512	15	16,67	0,17
	9,43512	12,4411	16	16,67	0,03
	12,44110	15,235	23	16,67	2,41
	15,23500	18,1763	15	16,67	0,17
	18,17630	21,5336	16	16,67	0,03
	21,53360	25,6911	14	16,67	0,43
	25,69110	31,4605	15	16,67	0,17
	31,46050	41,4836	15	16,67	0,17
	41,48360	75,2	21	14,59	2,82
Mayor	75,20000		0	2,08	2,08
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
8,5039			7	0,294558	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0406872
DMENOS	0,0362047
DN Global	0,0406872
P-Valor Aprox.	0,965013

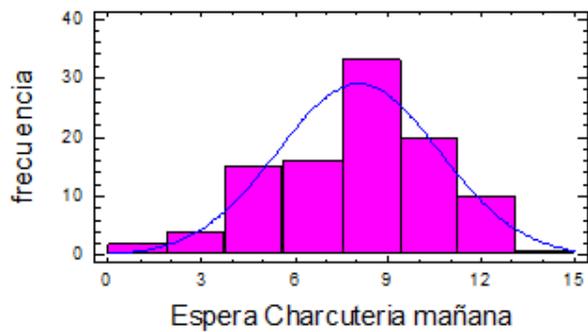
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0406872	≥ 0.10
Anderson-Darling	0,34601	≥ 0.10

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Charcutería (Turno: Mañana)

Histograma para Espera Charcuteria mañana



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de tiempo de espera en Charcutería (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	5,04308	13	12,62	0,01
	5,04308	6,28528	12	12,62	0,03
	6,28528	7,2142	10	12,62	0,55
	7,21420	8,04599	11	12,63	0,21
	8,04599	8,87777	16	12,63	0,90
	8,87777	9,8067	13	12,62	0,01
	9,80670	11,0489	15	12,62	0,45
Mayor	11,04890		11	12,62	0,21
	Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
	2,36623		5	0,796492	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0359766
DMENOS	0,0635294
DN Global	0,0635294
P-Valor Aprox.	0,809644

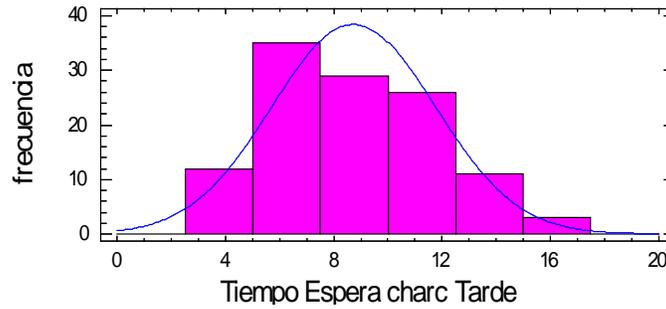
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0635294	≥ 0,10
Anderson-Darling	0,263077	0,6943

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Charcutería (Turno: Tarde)

Histograma para Tiempo Espera charc Tarde



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de tiempo de espera en Charcutería (Tarde)

Contraste Chi-Cuadrado

	Limite Inferior	Limite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	5.26615	15	14.5	0.02
	5.26615	6.69963	14	14.5	0.02
	6.69963	7.77159	19	14.5	1.40
	7.77159	8.73147	15	14.5	0.02
	8.73147	9.69134	10	14.5	1.40
	9.69134	10.7633	14	14.5	0.02
	10.76330	12.1968	14	14.5	0.02
Mayor	12.19680		15	14.5	0.02
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
2.89674			5	0.715902	

Fuente: Statgrafics 5.1

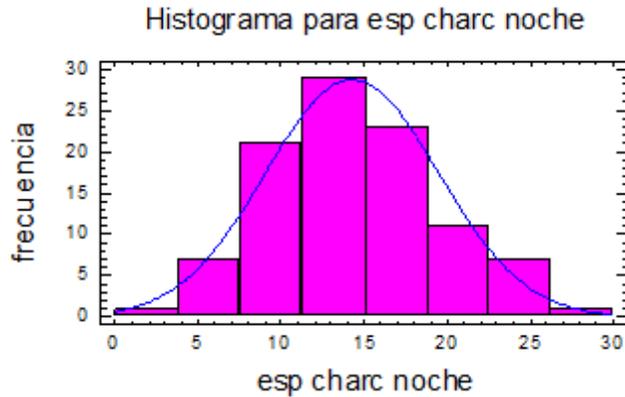
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0.0734618
DMENOS	0.0291942
DN Global	0.0734618
P-Valor Aprox.	0.558512

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0.0734618	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0.322481	0.5237

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Charcutería (Turno: Noche)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de tiempo de espera en Charcutería (Noche)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	8,26295	11	12,5	0,18
	8,26295	10,7462	12	12,5	0,02
	10,74620	12,6032	18	12,5	2,42
	12,60320	14,266	13	12,5	0,02
	14,26600	15,9287	13	12,5	0,02
	15,92870	17,7857	8	12,5	1,62
	17,78570	20,269	12	12,5	0,02
Mayor	20,26900		13	12,5	0,02
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
4,31996			5	0,504327	

Fuente: Statgrafics 5.1

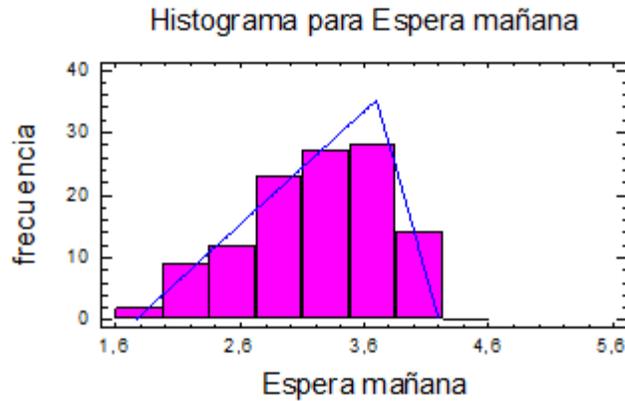
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0610564
DMENOS	0,0410739
DN Global	0,0610564
P-Valor Aprox.	0,849993

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0610564	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,349503	0,4674

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de Espera en Perfumería (Turno: Mañana)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo de Espera en Perfumería (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	2,52171	15	14,38	0,03
	2,52171	2,84136	16	14,37	0,02
	2,84136	3,08664	12	14,37	0,39
	3,08664	3,29342	12	14,38	0,39
	3,29342	3,4756	18	14,37	0,91
	3,47560	3,6403	16	14,38	0,18
	3,64030	3,80658	10	14,37	1,33
	3,80658		16	14,38	0,18
Mayor	Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
	3,6087		4	0,461544	

Fuente: Statgrafics 5.1

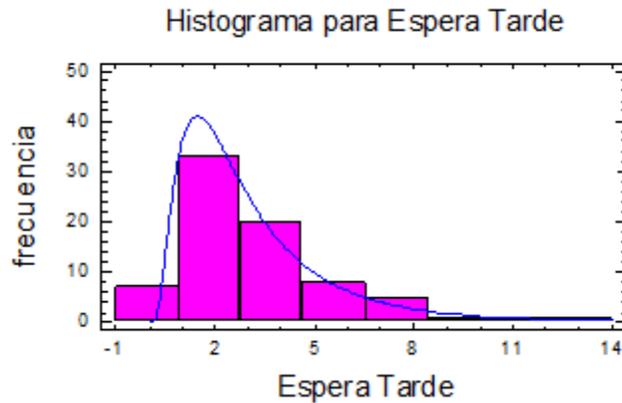
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0320608
DMENOS	0,0513406
DN Global	0,0513406
P-Valor Aprox.	0,922247

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0513406	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,436283	$\geq 0,10$

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de Espera en Perfumería (Turno: Tarde)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo de Espera en Perfumería (Tarde)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	1,06665	10	9,5	0,03
	1,06665	1,51093	10	9,5	0,03
	1,51093	1,96033	10	9,5	0,03
	1,96033	2,47508	3	9,5	4,45
	2,47508	3,125	15	9,5	3,18
	3,12500	4,05449	8	9,5	0,24
	4,05449	5,74326	10	9,5	0,03
	5,74326		10	9,5	0,03
Mayor	Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
	8,00043		5	0,156212	

Fuente: Statgrafics 5.1

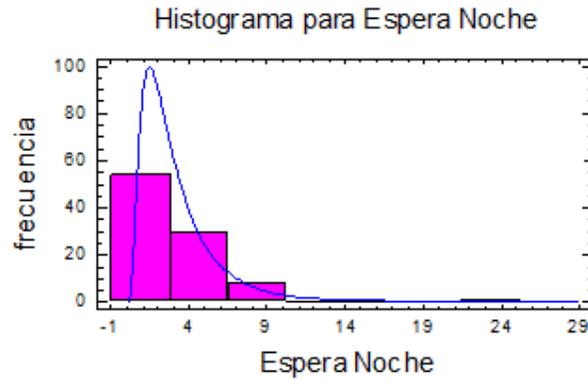
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0399345
DMENOS	0,0773618
DN Global	0,0773618
P-Valor Aprox.	0,75328

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0773618	≥ 0,10
Anderson-Darling	0,203903	≥ 0,10

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de Espera en Perfumería (Turno: Noche)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo de Espera en Perfumería (Noche)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	1,05614	10	11,62	0,23
	1,05614	1,50401	15	11,62	0,98
	1,50401	1,95912	9	11,62	0,59
	1,95912	2,48236	14	11,63	0,48
	2,48236	3,14535	10	11,62	0,23
	3,14535	4,09712	10	11,62	0,23
	4,09712	5,83454	12	11,62	0,01
	5,83454		13	11,62	0,16
Mayor	Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
	2,91376		5	0,713279	

Fuente: Statgrafics 5.1

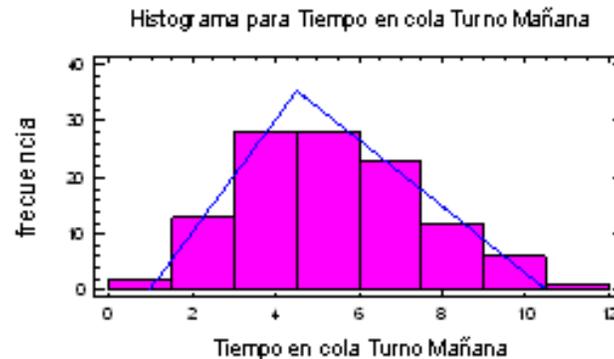
Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0532697
DMENOS	0,0276874
DN Global	0,0532697
P-Valor Aprox.	0,954489

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0532697	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,162525	$\geq 0,10$

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Panadería (Turno: Mañana)



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en Cola en Panadería (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado					
	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	3,02516	15	14,13	0,05
	3,02516	3,88058	18	14,13	1,06
	3,88058	4,537	10	14,12	1,20
	4,537	5,1697	15	14,13	0,05
	5,1697	5,88784	13	14,13	0,09
	5,88784	6,73969	14	14,13	0,00
	6,73969	7,84985	12	14,13	0,32
Mayor	7,84985		16	14,13	0,25
	Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
	3,0354		4	0,551919	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0726766
DMENOS	0,0513597
DN Global	0,0726766
P-Valor Aprox.	0,589355

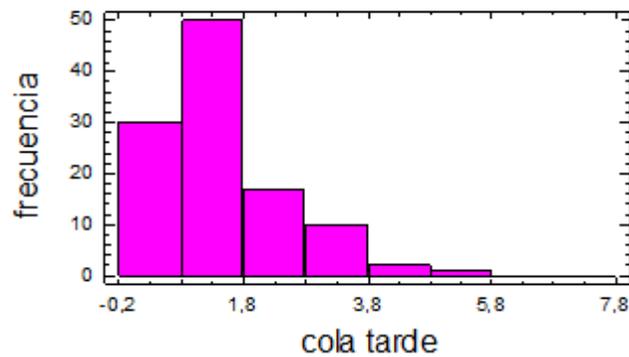
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0726766	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,954545	$\geq 0,10$

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Panadería (Turno: Tarde)

Histograma



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en Cola en Panadería (Tarde)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	0,543153	14	13,75	0,00
	0,54315	0,74999	13	13,75	0,04
	0,74999	0,954659	16	13,75	0,37
	0,95466	1,1849	14	13,75	0,00
	1,18490	1,47068	12	13,75	0,22
	1,47068	1,87202	11	13,75	0,55
	1,87202	2,5849	13	13,75	0,04
Mayor	2,58490		17	13,75	0,77
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
2,00001			5	8,49E-01	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0420037
DMENOS	0,052889
DN Global	0,052889
P-Valor Aprox.	0,918014

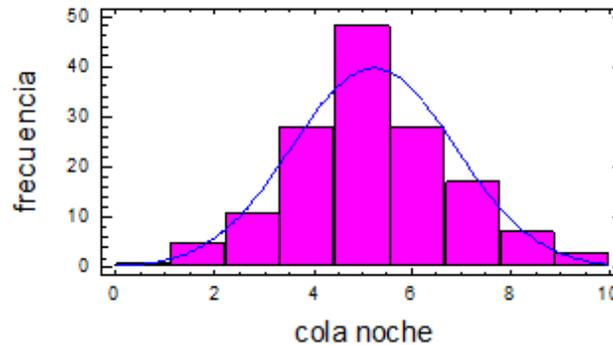
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,052889	≥ 0.10
Anderson-Darling	0,264219	≥ 0.10

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Panadería (Turno: Noche)

Histograma para cola noche



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en Cola en panadería (Noche)

Contraste Chi-Cuadrado

	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
	Menor o igual	3,19324	14	16,44	0,36
	3,19324	3,94777	18	16,44	0,15
	3,94777	4,50049	15	16,44	0,13
	4,50049	4,9821	20	16,44	0,77
	4,98210	5,44452	23	16,44	2,61
	5,44452	5,92613	9	16,44	3,37
	5,92613	6,47885	18	16,44	0,15
	6,47885	7,23338	14	16,44	0,36
Mayor	7,23338		17	16,44	0,02
Chi-Cuadrado			GL	P-Valor	
7,91798			6	2,44E-01	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,054477
DMENOS	0,0326108
DN Global	0,054477
P-Valor Aprox.	0,772019

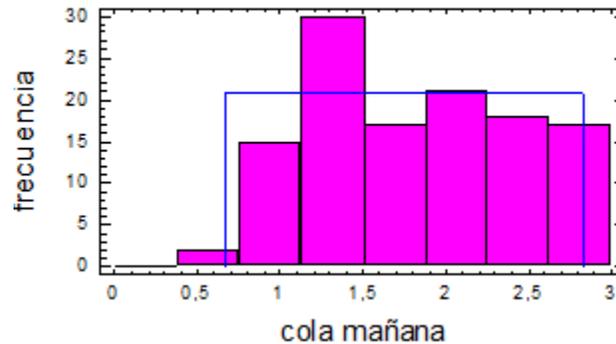
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,054477	≥ 0.10
Anderson-Darling	0,28412	0,6264

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Bodegón (Turno: Mañana)

Histograma para cola mañana



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en cola (Mañana)

Contraste Chi-Cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
Menor o igual	0,9325	8	15	3,27
0,93250	1,205	14	15	0,07
1,20500	1,4775	22	15	3,27
1,47750	1,75	14	15	0,07
1,75000	2,0225	15	15	0,00
2,02250	2,295	14	15	0,07
2,29500	2,5675	16	15	0,07
Mayor	2,56750	17	15	0,27
Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
7,06667		5	0,215729	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0259174
DMENOS	0,083104
DN Global	0,083104
P-Valor Aprox.	0,382548

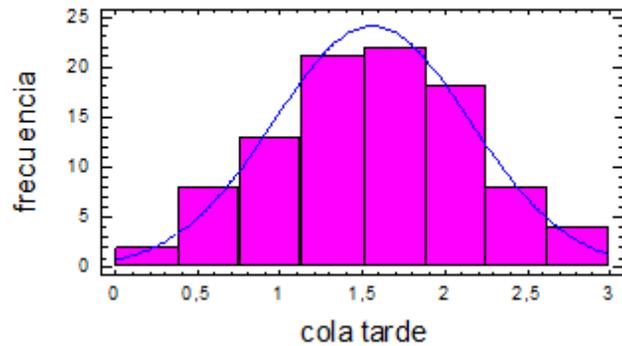
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,083104	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	1,10982	$\geq 0,10$

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Bodegón (Turno: Tarde)

Histograma para cola tarde



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en cola en bodegón (Tarde)

Contraste Chi-Cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
Menor o igual	0,868499	13	12	0,08
0,86850	1,15282	11	12	0,08
1,15282	1,36545	13	12	0,08
1,36545	1,55583	8	12	1,33
1,55583	1,74622	15	12	0,75
1,74622	1,95884	10	12	0,33
1,95884	2,24317	14	12	0,33
Mayor	2,24317	12	12	0,00
Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
3,00002		5	0,699982	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0575926
DMENOS	0,0369675
DN Global	0,0575926
P-Valor Aprox.	0,907752

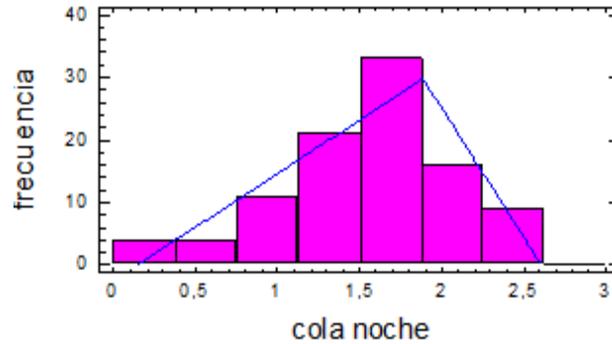
Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0575926	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,175917	0,9208

Fuente: Statgrafics 5.1

Tiempo de espera en Bodegón (Turno: Noche)

Histograma para cola noche



Fuente: Statgrafics 5.1

Pruebas de Bondad de ajuste de Tiempo en cola en bodegón (Noche)

Contraste Chi-Cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-Cuadrado
Menor o igual	0,874137	10	12,25	0,41
0,87414	1,17823	12	12,25	0,01
1,17823	1,41156	11	12,25	0,13
1,41156	1,60827	18	12,25	2,7
1,60827	1,78158	14	12,25	0,25
1,78158	1,94119	12	12,25	0,01
1,94119	2,13708	10	12,25	0,41
Mayor	2,13708	11	12,25	0,13
Chi-Cuadrado		GL	P-Valor	
4,04082		4	0,40051	

Fuente: Statgrafics 5.1

Kolmogorov-Smirnov	
DMAS	0,0652425
DMENOS	0,0612789
DN Global	0,0652425
P-Valor Aprox.	0,798383

Fuente: Statgrafics 5.1

Estadístico	Valor	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov	0,0652425	$\geq 0,10$
Anderson-Darling	0,636975	$\geq 0,10$

Fuente: Statgraphics 5.1



I.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

Origen de la empresa

Central Madeirense fue creado el 11 de Noviembre de 1949 por la Sociedad Mercantil Macedo, Corte y Compañía, para distinguir un negocio de abastos de su propiedad, posteriormente adaptado para funcionar como Supermercado, situado en la Avenida San Martín de la Ciudad de Caracas. Este fue el inicio de los negocios de "La Central Madeirense", como comúnmente se le denomina, pues esta Sociedad, cuyos principales fundadores o sus familiares han conservado y continuado durante los últimos cincuenta años, estableció en el año 1952 otro pequeño negocio, transformado luego en Supermercado, en la Avenida Victoria (ahora Presidente Medina) y se convirtió, en el mes de Enero de 1953, en Compañía Anónima, adoptando la razón social Central Madeirense, C.A., siendo primer administrador, con carácter de Presidente, el señor Manuel de Sousa Macedo y su Suplente, el señor Manuel Mendes de Sousa. En el curso de ese mismo año es elegido Presidente el señor Manuel Da Corte de Abreu, continuando como Suplente el Señor Manuel Mendes de Sousa.

Los siguientes tres Supermercados se ubicaron en la Ciudad de Valencia, Estado Carabobo, o sus alrededores. El número 30, comenzó a ofrecer sus servicios al público el día 14 de Octubre de 1988, en Naguanagua; y los distinguidos con los números 31 (Guacara) y 32 (El Trigal), en el año 1990.

El sistema en estudio es una de las sucursales a nivel nacional de La red de Supermercados Central Madeirense. Ubicada en el Municipio Naguanagua, Edo. Carabobo, la sucursal N° 30, en el Centro Comercial Naguanagua.

Misión

“Contribuir a bastecer las familias con la más alta y confiable variedad de productos y servicios para el uso y consumo en el hogar, con la mejor calidad y precio en un ambiente cordial, respetuoso, confortable, ordenado, higiénico y seguro. Simplificamos el proceso de compra del cliente de manera que lo concrete en una



sola visita y en el mismo local. Procuramos economías de tiempo y dinero al consumidor.”

Visión

“Continuar siendo la red de supermercados preferida por la familia venezolana, y ser el mejor canal entre proveedor y cliente.”

I.2 Planteamiento del Problema

Un almacén de autoservicio es una estructura funcional de una empresa comercial, que presenta objetivos bien definidos de resguardo, custodia, control y abastecimiento de materiales y productos en un solo lugar para facilitar las compras del consumidor final.

Las redes de Supermercado presentan deficiencias en la planeación a mediano y largo plazo, en la toma de decisiones sobre la marcha de los acontecimientos sin un previo análisis de las variables, internas o externas, que afectan a la organización.

Estas fallas de planificación se reflejan en los siguientes problemas como son; elevados tiempo de espera, ubicación de productos en anaqueles, capacitación del personal, fallas en el sistema de pago, distribución en planta, costos de mano de obra, servicio de atención al cliente, bajo nivel de servicio, capacidad del servicio, entre otros.

La gerencia de Supermercados Central Madeirense sucursal 30, ha manifestado su interés en la solución de problemas, debido a las constantes quejas de sus clientes, con la finalidad de ofrecer un mejor servicio, que los mantenga como una de las redes de supermercados más importantes a nivel nacional, y permitir ser el centro de estudio de esta investigación.

A continuación se describe la situación actual observada en la red de Supermercados Central Madeirense;

- Elevados tiempos de espera, siendo las principales causas, la capacidad del sistema, distribución en planta, capacitación del personal, fallas del sistema, forma de pago y la planificación del servicio, de acuerdo a su demanda.



En la percepción de sus clientes, estiman que el tiempo que tardan en cola varía entre 30 y 60 minutos y el 64 % atribuye la espera a la cantidad de cajeros, 53% a la forma de pago, 32% a la capacitación del personal. (Fuente: Sondeo de opinión, ver anexos).

Como un indicador, de lo que deja de percibir el supermercado, están los artículos no adquiridos por sus clientes, quienes deciden abandonar, por la espera; en promedio dejan 7 artículos/cliente, esto a su vez ocasiona un retrabajo por la reubicación de estos productos, se tiene destinado alrededor de un 5% de los costos de mano de obra, trabajando en dos turnos de 8 hr, mañana y tarde. Su sistema consiste en acumular todos los artículos clasificándolos por familia de productos, para luego ser reubicados, lo que ocasiona que pueda dañarse la mercancía. Según data proporcionada por la gerencia la cantidad de mercancía dañada, es: en frutería aproximadamente de 30%, carnicería y en charcutería un 15%.

- En cuanto a la capacidad del sistema, disponen de facilidades para 15 cajeros, sin embargo poseen sólo 8 en su nómina, a cualquier hora del día. De las cuales 3 son cajas rápidas (máx. 10 artículos). Incurriendo en una subutilización del sistema del 33,33%.
- Para la gerencia, los problemas más significativos son el tiempo de espera en las áreas de carnicería y en el servicio de pago. Con respecto a carnicería, manifiestan que el tiempo de servicio es muy elevado; la gerencia decidió colocar en autoservicio aquellos cortes regulados por el Gobierno, e implementaron un sistema numérico F.I.F.O. Sin embargo el problema persiste. Mientras que en el área de pago el aumento del tiempo de servicio se debe a causas como la forma de pago, capacitación del personal y fallas en el sistema. Se determinó que la forma de pago que más influyente en el tiempo es el pago con tarjetas, incrementando el tiempo de servicio en un 32%.
- Como un factor importante se considera la distribución en planta; ya que influye en el tiempo que invierte un cliente, en seleccionar sus compras (picking) y si además se considera que el cliente debe recorrer y esperar por ser atendido en



varios lugares dentro del Supermercado, el tiempo requerido, al final, será mayor.

La gerencia debe considerar los síntomas y causas descritas anteriormente, ya que de lo contrario se produce un incremento de costos que proceden esencialmente de dos fuentes: la propia espera y la capacidad del sistema. Los relacionados con la espera, que comprenden los costos de mano de obra y el costo de clientes en espera, derivados de la posible pérdida de clientes o de ventas por no haber sido atendidos a tiempo, con respecto a la capacidad del sistema, se refiere a determinar un nivel de servicio, que permita satisfacer su demanda que garantice la mejor relación costo-beneficio.

Las propuestas de mejora para aumentar el nivel de servicio, se establecerán a partir de la aplicación de herramientas de la carrera de ingeniería industrial, como es el diagrama causa-efecto, análisis de la operación, simulación de sistemas, muestreo de tiempo, entre otros, y realizar el planteamiento de forma genérica para su aplicabilidad en toda la red de supermercados.

I.3 Formulación del Problema

¿Cuáles son el conjunto de propuestas de mejora para aumentar el nivel de servicio que garantice la mejor relación costo beneficio en una red de supermercados?

I.4 Objetivos

I.4.1 Objetivo General

Propuestas de mejoras para aumentar el nivel de servicio, que garantice la mejor relación costo-beneficio en una red de supermercados.

I.4.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual a fin de reconocer los factores que afectan en el nivel de servicio e incremento de los costos.
- Seleccionar el conjunto de herramientas para la elaboración de las propuestas de mejora.



- Comprobar la factibilidad técnica del conjunto de mejoras, basados en las herramientas seleccionadas.
- Diseñar las propuestas de mejora.
- Realizar un estudio de la factibilidad económica de las propuestas, con el fin de demostrar su aplicabilidad.

I.5 Justificación

La red de Supermercados Central Madeirense, por su interés en disminuir los tiempos de espera, aumentar su nivel de servicio, garantizando la mejor relación costo-beneficio, permiten realizar un estudio que consiste en diseñar propuestas de mejora, que contribuyan a la solución de problemas concretos.

Se quiere disminuir el tiempo que invierte un cliente, en la selección y pago de los productos adquiridos en la red.

La capacidad del sistema de pago tiene una utilización sólo de un 53,33%, y disminuye el nivel del servicio, ya que los clientes deben esperar entre 30 y 60 minutos, e incrementando la probabilidad de que los clientes abandonen el sistema. Adicionalmente tienen destinado alrededor de un 5% de los costos de mano de obra, al retrabajo que se produce por los productos no adquiridos, indicador de lo que deja de percibir el almacén. Además se generan mercancías dañadas, por el método que utilizan para la reubicación de los productos.

Inicialmente, el tiempo que debe disponer una persona al acudir a una red de supermercado es en promedio de 2 horas y 45 minutos.

La presente investigación persiguió el aumento del nivel de servicio en una red de supermercados, por medio de la aplicación de herramientas de la ingeniería industrial, como son: diagrama causa-efecto, análisis de la operación, muestreos de tiempo y simulación de sistemas, que sirven para describir la situación actual, jerarquizar los factores que influyen en el tiempo que invierte un cliente en sus compras y proponer las mejoras.

La importancia del estudio radica en obtener como resultado propuestas con la mejor relación costo-beneficio, que aumenten el nivel de servicio y que sean



sostenibles en el tiempo. Además de comprobar su factibilidad técnica y económica de manera que se extienda a todas las sucursales de la red de supermercados.

I.6 Alcance

El estudio realizado se basa en el desarrollo de propuestas, para resolver los problemas más relevantes en una red de supermercados. Por medio de técnicas de recolección de datos, se determinan los factores que afectan al nivel de servicio e incrementan los costos, se determinan los más relevantes, para luego ser analizados tomando como criterios la mayor influencia en los tiempos de espera, nivel de servicio y costos asociados.

El trabajo de investigación busca aumentar el nivel de servicio y garantizar la mejor relación costo-beneficio, los costos de manera general se pueden dividir en dos: los costos de hacer esperar a un cliente y los costos de mantener un determinado nivel de servicio, en donde se incluyen los costos de mano de obra.

La investigación se basa en el diseño de propuestas de mejora, genéricas, para las redes de supermercados, utilizando un conjunto de herramientas de la Ingeniería Industrial, que ayuden a la resolución de problemas más significativos.

Por último se desea comprobar la factibilidad técnico-económica de las propuestas y con ello presentar un plan de mejoras; sin embargo queda por parte de la empresa la implementación de las mismas.

I.7 Limitaciones

La escasa disponibilidad de tiempo y de información otorgada por parte de la gerencia del supermercado Central Madeirense sucursal N°30, acerca del funcionamiento del servicio.

Se necesitan datos de los cuales no se tiene un registro histórico para el desarrollo del estudio, esto puede afectar la calidad de las propuestas a desarrollar.

El poco tiempo para aprender la lógica del software de simulación a utilizar.

Las propuestas se manejarán solo a un nivel teórico; ya que la implementación de las mismas queda de parte de la gerencia de la empresa.



Universidad de
Carabobo

CAPITULO I. Generalidades



II.1 Antecedentes de la investigación

Romero y Romero (2008). Propuestas de mejora de los métodos de trabajo, en el almacén de pulpas y concentrados congelados. Caso: CORPORACIÓN INLACA, C.A. Realizaron un estudio para mejorar la capacidad del almacén de pulpas y concentrados congelados, así como también mejorar las operaciones y método de descongelación de las pulpas y concentrados de **Corporación INLACA C.A.** Con la implementación de las mejoras se estimó un aumento de la capacidad en un 25% y un aumento del 56% en la capacidad de almacenaje.

Este trabajo sirve como referencia para decidir que herramientas, son las más adecuadas para diseñar las propuestas de mejora, en almacenes.

Bishop y Franco (2009). Construcción de un modelo de simulación para determinar el número de ambulancias con las que debe contar Protección Civil Naguanagua. Realizaron un estudio respecto al servicio que prestan las ambulancias de Protección Civil de Naguanagua, con el fin de satisfacer la demanda de pacientes, en el Municipio. Determinaron que hacían falta 3 ambulancias, obteniendo un nivel de servicio del 99,73%, un porcentaje de utilización por ambulancia de 12,64% y un tiempo de espera promedio de 40,16 min. Se hizo referencia a este trabajo de investigación con el propósito de identificar cuáles son los pasos necesarios para hacer un estudio de simulación.

Singer, Donoso y Sheller (2008). Introducción de la Teoría de colas aplicada a la gestión de servicio. Es un estudio basado en el comportamiento de los sistemas de atención sujetos a diferentes condiciones de funcionamiento, en que los clientes a veces tienen que esperar por el servicio. Su aplicabilidad es muy amplia, pues cuantifica el dilema de muchas empresas e instituciones entre la eficacia (dar un buen servicio) y la eficiencia (mantener bajos costos). Para diferentes configuraciones, presentan modelos que vinculan estos indicadores en empresas productivas, de servicio, logística y salud.

Este artículo se utilizó como guía para determinar la relación e importancia de los tiempos de espera y su impacto sobre los costos en la gestión de servicios.



Reardon y Berdegué (2003). La rápida expansión de los supermercados en América Latina: Desafíos y oportunidades para el desarrollo. La Unidad de desarrollo rural del Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo, con la finalidad de dar mayor interés, a nivel latinoamericano. Los Supermercados representan un significativo y creciente sector del mercado y su expansión afecta la oferta y la demanda de alimentos.

Este artículo se utilizó para desarrollar un conocimiento más profundo sobre el desarrollo de los almacenes de autoservicio en América Latina.

Posada Ramiro (1991). La calidad del servicio, la gestión de flujos y la teoría de colas. Este artículo trata sobre la gestión de la rapidez del servicio y su relación con la teoría de colas. Se describe el fenómeno de la espera en forma simple, con la intención de mostrar el funcionamiento del sistema y el uso de modelos de colas como una herramienta importante para gestionar los flujos internos en un sistema de prestación de servicios.

Esta investigación se apoya en este artículo, para explicar el fenómeno de las colas en las empresas de servicio y el funcionamiento de los sistemas, y como el uso de la teoría de colas, es una herramienta para gestionar el flujo de clientes.

II. 2 Marco Teorico

II.2.1 Teoría de almacenes

Según Ballou (1998), “un almacén es un espacio planificado para la ubicación y manipulación eficientes de materiales y mercancías”. (p.23)

II.2.1.1 Clasificación de los Almacenes

Los criterios para clasificar almacenes pueden ser muy variados, en cuanto a los almacenes de distribución se clasifican de la siguiente manera:

- a) **Almacenes de Planta:** contienen productos terminados en espera de ser distribuidos. Suelen Hallarse situados dentro del recinto de la fábrica, constituyendo el primer escalón del sistema logístico.

- b) **Almacenes de Campo:** Dentro del sistema logístico se encuentran diferentes niveles: regionales, provinciales, locales, etc. El objetivo es mantener los stocks del sistema logístico.
- c) **Almacenes de Tránsito o Plataformas:** Creados para atender a las necesidades de transporte, compensan los costos de almacenamiento con mayores volúmenes transportados.
- d) **Almacenes Temporales o Depósitos:** dedicados a productos perecederos. En estos almacenes es sencillo diferenciar la naturaleza de los productos almacenados, es decir, almacenes de materia prima, de productos semielaborados, de productos terminados, de piezas de recambio, de materiales auxiliares y de archivos de información.

II.2.1.2 Gestión de Almacenes

Según Coopers (1999) definido como:

Proceso de la función logística que trata la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén hasta el punto de consumo de cualquier material-materias primas, semielaborados, terminados, así como el tratamiento e información de los datos generados. (p. 2)



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Gestión de almacén

II.2.2 Nivel de Servicio

Lozano (2002, p. 249) resalta que “el nivel del servicio constituye la forma más convencional y generalizada de medir la calidad de un servicio, definiendo el mismo como el porcentaje de demanda de ese cliente que se ha satisfecho conforme a sus expectativas, sobre toda la demanda de dicho cliente”.

II.2.2.1 Métodos para determinar el nivel de servicio

- Método Convencional: es cuando el nivel de servicio es conocido, basado en un nivel de referencia fijada por el mercado.
- Método del lucro cesante: es cuando el nivel de servicio afecta directamente en los costos, es decir lo define el cliente. Conseguir un nivel de servicio representa un costo.

II.2.2.2 Estimación de los costos asociados

Costos de la espera relacionados con la pérdida de ganancias por negocio perdido, cuando los clientes abandonan o no entran al sistema.

Costos del servicio, son los asociados a proveer y mantener un determinado nivel de servicio.

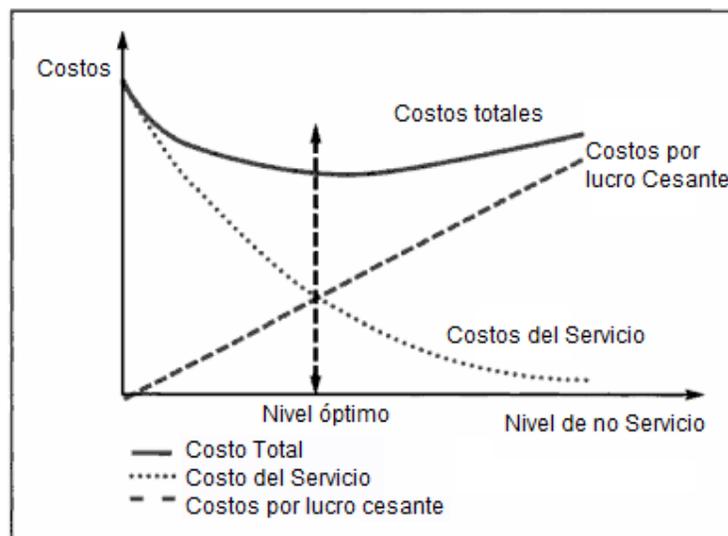


Figura 2. Costos asociados al servicio.



II.2.2.3 Cálculo del nivel de servicio

$$NS = P(T_{cola} \leq T_{m\acute{a}x\ cliente})$$

“Un nivel de servicio alto significa, que se ha atendido a la mayoría de los clientes que han solicitado el servicio” (Escudero, 2009, p.162)

II.2.3 Teoría de Colas

Para Varela (1994), “la teoría de colas se ocupa del análisis matemático de los fenómenos de las líneas de espera o colas, se presentan con frecuencia cuando se solicita un servicio por parte de una serie de clientes y tanto el servicio o como los clientes son de tipo probabilístico”. (p. 32)

Con respecto a la Teoría de colas Pazos, Suarez y Díaz (2003) señalan:

La teoría de colas estudia el comportamiento de sistemas donde existe un conjunto limitado de recursos para atender las peticiones generadas por los usuarios, de tal manera que cuando un usuario solicita el servicio al sistema, este podrá tener que esperar para ser atendido por algún recurso, o, incluso, podrá ser rechazada si el sistema no tiene capacidad suficiente para almacenarla en espera de ser atendida. (p. 7).

II.2.3.1 Objetivo de la teoría de colas

- Caracterizar cualitativa y cuantitativamente una cola o línea de espera.
- Formular modelos matemáticos para determinar los valores adecuados de ciertos parámetros del sistema de manera de compatibilizar o equilibrar el costo de la espera con los costos asociados al consumo de recursos para la atención de los clientes.
- En esencia, el objetivo primordial es la minimización de los costos totales, que proceden de dos fuentes: la propia espera y la capacidad del sistema.
- Estos costos son originados por mantener un determinado nivel de servicio. Los relacionados con la espera comprenden los costos de las personas que prestan el servicio, el costo del espacio de espera de los clientes y aquellos



costos derivados de la posible pérdida de clientes por no haber sido atendidos a tiempo...(Machuca, 1995, p.387).

II.2.3.2 Elementos de un modelo de colas

Clientes: son la fuente o población del sistema, es decir, es quien espera por ser atendido a través de una disciplina de cola.

Servidor: es el medio o canal que tiene la capacidad de atención al cliente.

Tiempo entre llegadas: el tiempo de llegada o entrada de los clientes al sistema de forma sucesiva.

Las fuentes de entrada pueden ser de población finita, cuando es un grupo de clientes limitados quienes pueden usar el servicio, o infinita, cuando el tamaño de la población es tal que no afecta las probabilidades del sistema. (Dante, 2008, p. 3)

Tiempo de Servicio: Es el tiempo de distribución de salidas o retiros del sistema.

Tamaño de la Cola: número de clientes en cola.

Disciplina de la Cola: se refiere al orden que mantienen los clientes en la cola, cuando en la cola hay más de un usuario, al quedar el servidor libre hay que determinar cuál de ellos será el que pase a ser servido. (Enciso, 1998, p. 320)

Según Enciso (1998), los modelos más importantes son:

FIFO (First In First Out): se le da servicio al primero que llega, de forma que la cola está ordenada según la llegada de clientes.

LIFO (Last In First Out): se le da servicio al último que ha llegado, de forma que la cola está ordenada en orden inverso al de llegada de los usuarios.

SIRO (Service In Random Order): Se sortea aleatoriamente cuál de los usuarios en espera accederá al servicio.

II.2.3.3. Tipos de Redes de colas

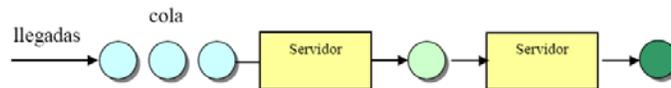
Redes Cerradas: En estas redes la cantidad de clientes es constante. No hay llegada ni partida de clientes.

Redes Truncadas: las distintas estaciones de una red pueden tener capacidades limitadas, cuando una cola está llena no puede ingresar más nadie al sistema.

Redes abiertas: el número de clientes que se puede encontrar en un momento dado en una red abierta es ilimitado. (Riff, 2003, p.65)

II.2.3.4 Instalaciones de servicio o estaciones

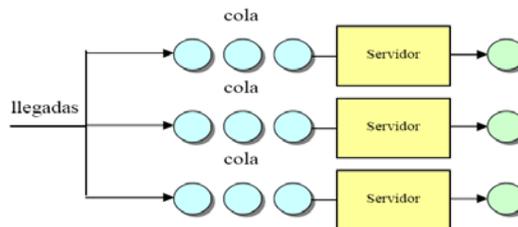
Servidores en serie: es la configuración en donde un servidor se encuentra uno después del otro, se van acumulando las colas entre cada servidor.



Fuente: Dante (2008)

Figura 3. Servidores en Serie.

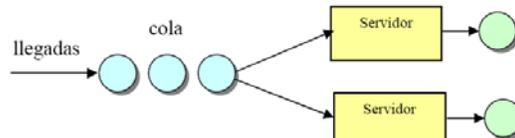
Servidores en paralelo con varias colas:



Fuente: Dante (2008)

Figura 4. Servidores en paralelo con varias colas

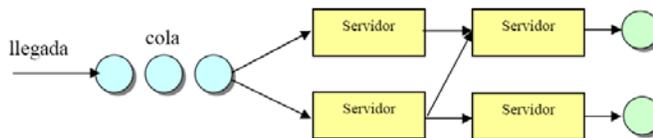
Servidores en paralelos una sola cola:



Fuente: Dante (2008)

Figura 5. Servidores en paralelo con una sola cola.

Múltiples servidores- Fases Múltiples:



Fuente: Dante (2008)

Figura 6. Múltiples servidores - Fases Múltiples

II.2.4 Sistemas de Colas

Según Cabrera (2008), “un modelo es la representación simplificada de un sistema, construido con el objetivo de ser estudiado, considerando aspectos que afectan al problema de estudio y donde se deben presentar los detalles para obtener conclusiones que apliquen a la realidad.”(p.254).

Son modelos de sistemas que proporcionan servicio. Como modelo, pueden representar cualquier sistema en donde los trabajos o clientes llegan buscando un servicio de algún tipo y salen después que dicho servicio haya sido atendido. Se puede modelar sistemas de colas sencillas o también sistemas complejos formando una red de colas, cuando ya pasa a un sistema complejo debido al comportamiento de las variables se recurre a la simulación.

II.2.4.1 Simulación de colas

Según Cabrera (2008);

La Simulación de Colas es la disciplina del diseño y representación ficticia de situaciones reales, por medio de modelos matemáticos que constituyen una abstracción de la realidad; con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema y poder evaluar diferentes tipos de estrategias para su mejor operación. (p. 54)

Para Krajewski (2000),



La simulación es el acto de reproducir el comportamiento de un sistema, utilizando un modelo que describa las operaciones de dicho sistema. Una vez que se ha desarrollado el modelo, el analista puede manipular ciertas variables para medir los efectos de los cambios introducidos en las características de operación de su interés. (p.347).

II.2.4.2 Modelos de Simulación

Permite el estudio detallado de sistemas complejos, sobre los que resulta costoso, difícil o peligroso llevar a cabo estudios reales. La simulación se basa en analizar el comportamiento de un modelo derivado de una situación real, de la forma más equivalente posible, para obtener resultados de la medición del comportamiento de este modelo y así sacar conclusiones.

En otras palabras, un modelo de simulación intenta recrear de la mejor manera posible las características del sistema representado y se comporta de manera similar a como lo haría en la realidad. La idea es que la ejecución de la simulación produzca resultados en la forma de valores estadísticos, o simplemente permita monitorear el desempeño del sistema durante su funcionamiento.

II.2.4.3 Etapas de un modelo de simulación

Según Kelton (2001), la simulación comprende las siguientes etapas:

Formulación del Problema: Se define el problema a estudiar que vaya directamente al logro de los objetivos.

Diseño del Modelo conceptual: A partir de los objetivos planteados, según las características de los elementos del sistema y sus interacciones se crea el modelo.

Recoger Datos: identificar la información necesaria a recaudar, para luego ser analizados.

Construcción del Modelo: a partir del modelo conceptual y la información recogida se plantea el modelo lógico a simular. Se deben tomar en consideración todas las variables posibles para que el modelo se asemeje más a la realidad.

Verificación y validación: Comprobar que el modelo se comporta como es de esperar y que existe la correspondencia adecuada entre el sistema real y el modelo.



Análisis: Analizar los resultados de la simulación con la finalidad de detectar problemas y recomendar mejoras o soluciones.

Documentación: Proporcionar documentación sobre el trabajo efectuado.

Implementación: poner en práctica las decisiones efectuadas con el apoyo del estudio.

II.2.4.4 Cálculo del tamaño de la muestra:

Para validar un modelo de simulación es necesario calcular el número de réplicas o corridas del modelo, de tal manera que se disminuya el error en los resultados del modelo. El cálculo se hace mediante un muestreo aleatorio simple, se muestra la formula a continuación:

$$n = \frac{K^2 * (1 - p)}{e^2 * p}$$

Donde:

K: Factor que depende del nivel de confianza deseado.

n: Número de observaciones totales a realizar.

p: Porcentaje de ocurrencia de: el tiempo en cola del modelo es +/- 5% a tiempos muestrales.

e: Precisión deseada.



III.1 Tipo de Investigación

Este trabajo conlleva a una investigación de tipo descriptivo que según Méndez (2001), “cuyo propósito es la delimitación de los hechos que conforman el problema de investigación” (p.136)

Los estudios descriptivos “se centran en medir con la mayor predicción posible... y en comparación con los estudios exploratorios, requiere considerable conocimiento del área que se investiga para formular las preguntas específicas que busca responder.” (Hernández y Fernández, 1991, p.64)

En este tipo de estudio es posible:

1. Establecer las características demográficas de unidades investigadas.
2. Identificar formas de conducta y actitudes de las personas que se encuentran en el universo de investigación.
3. Establecer comportamientos concretos.
4. Descubrir y comprobar la posible asociación de las variables de investigación. (Mendez, 2001, p. 136)

Realizaremos un estudio descriptivo con el uso de técnicas específicas en la recolección de información, como la observación, entrevistas y cuestionarios, también documentados por trabajos realizados por otros investigadores. Por último la información obtenida es sometida a codificación, tabulación y análisis estadístico.

III.2 Método de Investigación

Méndez (2001) establece que el método de investigación “es el procedimiento riguroso, formulado de una manera lógica, que el investigador debe seguir en la adquisición del conocimiento”. (p.142)

En esta investigación nos basamos en dos tipos de métodos, que según Méndez (2001); son:

Métodos de observación: se entiende como el proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad por medio de un esquema conceptual previo y con base en ciertos propósitos definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar. (p. 143)



Métodos de Análisis: Son procesos que permiten al investigador conocer la realidad..., el conocimiento de la realidad puede obtenerse a partir de la identificación de las partes que conforman un todo o como resultado de ir aumentando el conocimiento de la realidad. (p. 146)

En este trabajo de investigación se diseñaran propuestas factibles, que según, UPEL (2006) dice que un proyecto factible “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”; en este caso se diseñaran propuestas con factibilidad técnico-económica. (p. 234).

III.3 Técnicas de recolección de datos

Entre las técnicas usadas para la recolección de datos para la realización de la investigación, se encuentran:

- Sondeo de opiniones.
- Observación.
- Entrevistas.

Las encuestas fueron realizadas para diagnosticar los principales problemas que presentan los almacenes de autoservicio hoy en día, luego se recurre a la observación para verificar y cuantificar los desperdicios; mientras que las entrevistas fueron directamente con la gerencia y trabajadores de la empresa para obtener de fuente directa su perspectiva de los problemas actuales.

A partir de la obtención de los datos de la situación actual se procede analizar y clasificar la información, para identificar los problemas más relevantes y de mayor impacto para la organización, de esta manera proponer el conjunto de mejoras. Para desarrollar estas actividades es necesario utilizar técnicas de análisis de datos y solución de problemas.



III.4 Técnicas de análisis de datos y resolución de problemas

III.4.1 Diagrama Causa-Efecto

Es una herramienta de análisis que muestra la relación existente entre una característica y los factores que la causan. Todo proceso genera un resultado o efecto, causado por factores que intervienen en él, por lo que esta herramienta se considera de gran utilidad ya que sirve principalmente para categorizar las causas potenciales de una situación de manera ordenada.

Este diagrama fue desarrollado en Japón por Kaoru Ishikawa, uno de los principales gurús de la calidad, quien comenzó a emplearlo en 1953. Su uso se ha extendido a todas partes del mundo ya que constituye una útil herramienta para mejorar la calidad.

En el diagrama se incluyen los siguientes elementos:

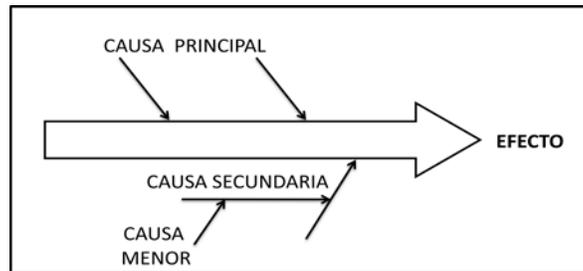
1. Materiales.
2. Mano de Obra.
3. Métodos.
4. Máquinas.
5. Medio ambiente.

La representación gráfica del diagrama facilita observar de forma clara las causas probables del problema, caracterizándose por emplear el pensamiento divergente, enfocando el análisis de distintas ópticas.

Para elaborar el diagrama se deben identificar las causas probables y el problema.

En su construcción se debe:

- Trazar una flecha gruesa de forma horizontal, cuya punta indique el efecto.
- Trazar flechas diagonales donde se identifican las causas principales.
- Las causas secundarias son representadas mediante flechas paralelas al efecto, hasta llegar a la causa principal.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 7. Diagrama causa-efecto

III.4.2 Criterios de análisis de la operación

Análisis de la Operación: es un procedimiento empleado por el Ingeniero de Métodos para investigar las actividades que agregan valor a una tarea determinada, con el objetivo de reducir al máximo aquellas que no agregan valor y de esta manera eliminar todos los desperdicios presentes en una operación.

Cuando se analiza un proceso, se debe buscar eliminar los elementos que no agregan valor, de no ser posible se combinan o simplifican, ya que son los que consumen la mayor porción del tiempo total de trabajo.

Para la aplicación del análisis de la operación se debe recabar la información concerniente, para determinar cuánto tiempo debe emplearse para realizar el estudio.

Los criterios a evaluar mediante la aplicación del Análisis de la Operación son los siguientes:

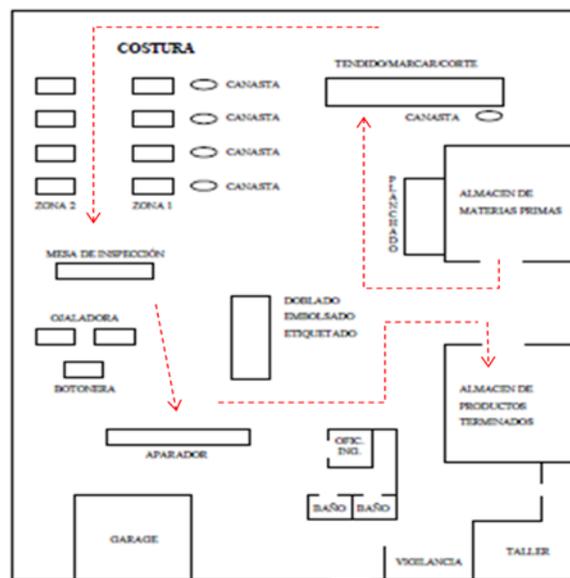
1. **Propósito de la operación**, tiene como objetivo justificar la existencia de una actividad dada. Este criterio es siempre aplicable en primer término, ya que si se demuestra que una actividad no se encuentra justificada, ahorraremos el costo que implica su ejecución. La eliminación de una actividad innecesaria, permite utilizar mejor los recursos.
2. **Diseño de las partes**, persigue una continua revisión de diseños para comprobar su vigencia respecto a los cambios producidos con el pasar del tiempo, ya que diseños más sencillos pueden proporcionar grandes ahorros en el costo del producto.



3. **Tolerancias y especificaciones**, está relacionado directamente con la calidad, satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes, mediante la utilización de técnicas modernas de control de calidad.
4. **Materiales**, se debe a la revisión constante de los materiales directos e indirectos relacionados en los procesos, ya que continuamente se desarrollan nuevos materiales cuyas propiedades y costos justifican su selección por sobre otros materiales ya existentes.
5. **Procesos de Manufactura**, se enfoca en desarrollar mejores procesos, ya que siempre existe un método mejor. Manufactura engloba 3 categorías básicas: moldeado, maquinado y ensamblaje.
6. **Equipos, herramientas y tiempos de preparación**, consiste en disminuir el tiempo en las actividades relacionadas con el alistamiento previo a la ejecución del trabajo. La preparación no es una actividad productiva por cuanto no contribuye directamente al logro de del objetivo perseguido.
7. **Condiciones de trabajo**, este criterio engloba las condiciones ambientales (Temperatura, humedad relativa, circulación del aire, iluminación, color y ruido), además de otras como mantenimiento de orden, seguridad e higiene.
8. **Manejo de materiales**, está relacionado con el movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Es una parte esencial de cualquier actividad pero añade costos al producto, debido a esto mientras más pueda reducirse más competitivo será el producto.
9. **Distribución en planta**, comprende el diseño de un plan para colocar el equipo adecuado de forma tal que se introduzca el máximo de economías durante el proceso de manufactura. Para la distribución se hace necesario tener en cuenta sitio para los operadores, maquinarias, manipulación de materiales, bancos de trabajos, mantenimientos, inspecciones, etc.
10. **Principio de economía de movimientos**, son normas que permiten realizar las actividades con un menor esfuerzo y en un menor tiempo.

III.4.3 Diagrama de Recorrido

Es un esquema de distribución en planta, que muestra dónde se realizan todas las actividades, la ruta es señalada por líneas para identificar y localizar cada ruta. Es utilizado cuando se desea mostrar el movimiento de más de un material o de una persona que interviene en el proceso de análisis sobre el mismo diagrama, cada uno puede ser identificado por líneas de diferentes colores o trazos. Sirve para mejorar los métodos y actúa como guía para una distribución en planta mejorada.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8. Diagrama de Recorrido

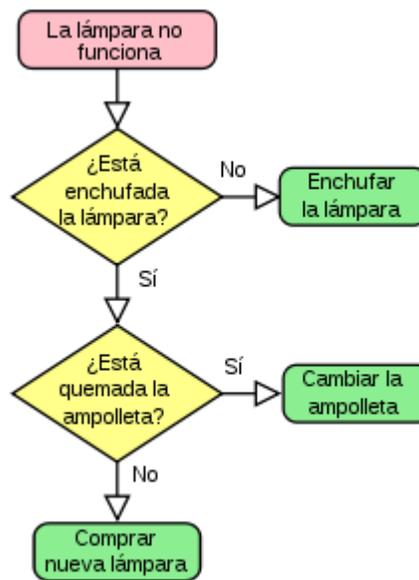
III.4.4 Diagrama de Flujo:

Diagrama de Flujo insumo – producto:

Se refiere al movimiento o flujo de materiales a través de un proceso productivo. También puede ser utilizado como diagrama de recorrido, para identificar el movimiento de materiales o personas. (Burgos, p. 47).

Diagrama de Flujo (Sistemas):

Es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Sirve principalmente para describir el proceso real para obtener un cierto resultado. Ésta representación se realiza por medio de formas y símbolos gráficos tales como rombos, cuadrados, paralelepipedo, etc. (Mahiques, p. 211)



Fuente: Mahiques (2008)

Figura 9. Diagrama de Flujo

III.4.5 Diagrama de actividades relacionadas (REL)

En este diagrama cada actividad es representada por cuadrados de igual tamaño. Estos están conectados por un número de líneas que indican en orden decreciente la importancia de esta relación. Los cuadrados se rotan hasta que se obtengan relaciones más apropiadas entre las actividades. (Gomez, p. 131).



III.4.6 Pruebas de bondad de ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste se utilizan principalmente para determinar la cercanía de los datos. Si existe gran diferencia entre la frecuencia observada en la muestra y lo que se esperaría observar, la hipótesis debe rechazarse, ya que las observaciones obtenidas en la muestra difieren tanto del patrón que se espera que ocurra la distribución planteada como de la hipótesis.

Dadas las observaciones (X_1, \dots, X_n) independientes con distribución F , se plantea la H_0 : " $F=F_0$ " llamada Hipótesis nula o Hipótesis de ajuste de la distribución F_0 del cual proviene la muestra y una Hipótesis alternativa H : " $F \neq F_0$ ". Para decidir si se rechaza la H_0 a partir de una información dada, se estima F por medio de la muestra y se compara la estimación con F_0 .

Prueba Chi Cuadrado:

El test chi-cuadrado se utiliza para determinar la calidad del ajuste, el cual puede ser mediante distribuciones teóricas como la distribución normal o de distribuciones empíricas, es decir, de los datos de la muestra. X_1, \dots, X_n , proveniente de $f(x)$ de una variable aleatoria X dividida en K clases exhaustivas y mutuamente excluyentes y sea N_i con $i=1, 2, \dots, K$ el número de observaciones de la i -ésima clase.

$H_0: F(x) = F_0(x)$, $F_0(x)$ completamente especificada. Entonces se puede obtener P_i probabilidad de obtener una observación en la i -ésima clase bajo H_0 donde $\sum_{i=1}^k P_i = 1$

La prueba Chi- Cuadrado utiliza el estadístico $\sum_{i=1}^k \frac{(N_i - nP_i)^2}{nP_i} \sim \chi_{k-1}^2$ si n es suficientemente grande y donde N_i es la frecuencia observada de la i -ésima clase y nP_i es la frecuencia correspondiente que se esperaba bajo la hipótesis nula. Si no se tiene $F_0(x)$ totalmente determinada H_0 no es simple sino compuesta, y debe aproximarse con los parámetros de la distribución con EMV ($T=EMV(\theta)$).

$\sum \frac{[N_i - nP_i(T)]^2}{nP_i(T)} \sim \chi_{k-1-r}^2$, donde r : número de parámetros aproximar.

Prueba de Ajuste de Kolmogorov:

El estadístico de Kolmogorov es $D = |F_n(x) - F(x)|$, región crítica $\sqrt{n}D > C_n(\alpha)$, con $C_n(\alpha)$ (α) elegido para un nivel α , cumpliendo las siguientes premisas:



1. La distribución de D cuando se cumple H_0 " $F=F_0$ " es la misma para cualquier distribución F_0 continua, y
2. El $\lim_{n \rightarrow \infty} C_n(\alpha) = c(\alpha)$, solución de $\alpha = 2\alpha = 2 \sum_{j=1}^{\infty} (-1)^{j-1} e^{-2j^2 c^2(\alpha)}$.

Tabla N° 1 Valores críticos del estadístico de kolmogorov $\sqrt{n}D$

n	α		n	α		n	α	
	10%	5%		10%	5%		10%	5%
5	1.136	1.258	14	1.176	1.307	35	1.197	1.330
6	1.144	1.271	15	1.177	1.307	40	1.201	1.337
7	1.154	1.279	16	1.179	1.310	45	1.202	1.335
8	1.157	1.285	17	1.183	1.314	50	1.206	1.334
9	1.162	1.292	18	1.184	1.316	60	1.203	1.336
10	1.167	1.295	19	1.181	1.312	70	1.205	1.341
11	1.167	1.297	20	1.183	1.314	80	1.205	1.339
12	1.168	1.299	25	1.188	1.320	100	1.209	1.340
13	1.176	1.307	30	1.191	1.326	∞	1.224	1.358

Fuente: Cabaña E.

La distribución de probabilidades de la muestra ordenada $U_{(1)}, U_{(2)}, \dots, U_{(n)}$ de la distribución uniforme (0,1), en la región definida por las desigualdades $|F_n(U) - u| < a$, $0 < u < 1$. Se trata de un número infinito de desigualdades, una para cada u en (0,1), que verifican la ecuación:

$$|(i-1/2) - n \cdot u_i| < a - 1/2n, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Prueba Anderson-Darling (A-D)

La última estadística de adaptación que se puede usar con datos de muestra continuos es Anderson-Darling que a diferencia de Kolmogorov, se enfoca en el medio de la distribución, la A-D destaca las diferencias entre los extremos de la distribución adaptada y los datos de entrada.

El test Anderson-Darling determina si los datos vienen de una distribución específica, la fórmula para el estadístico A determina si los datos (observar que los datos se deben ordenar) vienen de una distribución con función acumulativa $F A2 = N - S$ donde:



El estadístico de la prueba se puede entonces comparar contra las distribución F del estadístico prueba (Dependiendo que F se utiliza) para determinar el P-Valor.

III.4.7 Diagrama de Cuadrillas

Es la representación gráfica, sobre una escala de tiempos, de las actividades realizadas por un grupo de personas con un objetivo en común, como lo es la ejecución de tareas. Permite un análisis minucioso de las actividades de cada miembro de la “cuadrilla”, respecto a los otros. Se pueden representar actividades simultáneas. (Burgos, F. p. 126, 2002)

Se utiliza para determinar el tiempo de ciclo de las operaciones, analizar las actividades del grupo, equilibrando las cargas de trabajo, y permite redistribuir las tareas, con la finalidad de reducir las demoras de cada integrante del grupo. (Burgos, F. p. 129, 2002)

III.4.8 Software de simulación: Arena

Es un software que permite modelar y simular distintos escenarios. Está diseñada para analizar el impacto de los cambios que involucren complejidad, puede estar asociado a cadena de suministros, procesos de manufactura, logística, distribución y servicios. Se utilizó la versión de descarga gratuita, con licencia libre de 30 días, la cual no presenta limitaciones de las aplicaciones.



III.1 Tipo de Investigación

Este trabajo conlleva a una investigación de tipo descriptivo que según Méndez (2001), “cuyo propósito es la delimitación de los hechos que conforman el problema de investigación” (p.136)

Los estudios descriptivos “se centran en medir con la mayor predicción posible... y en comparación con los estudios exploratorios, requiere considerable conocimiento del área que se investiga para formular las preguntas específicas que busca responder.” (Hernández y Fernández, 1991, p.64)

En este tipo de estudio es posible:

1. Establecer las características demográficas de unidades investigadas.
2. Identificar formas de conducta y actitudes de las personas que se encuentran en el universo de investigación.
3. Establecer comportamientos concretos.
4. Descubrir y comprobar la posible asociación de las variables de investigación. (Mendez, 2001, p. 136)

Realizaremos un estudio descriptivo con el uso de técnicas específicas en la recolección de información, como la observación, entrevistas y cuestionarios, también documentados por trabajos realizados por otros investigadores. Por último la información obtenida es sometida a codificación, tabulación y análisis estadístico.

III.2 Método de Investigación

Méndez (2001) establece que el método de investigación “es el procedimiento riguroso, formulado de una manera lógica, que el investigador debe seguir en la adquisición del conocimiento”. (p.142)

En esta investigación nos basamos en dos tipos de métodos, que según Méndez (2001); son:

Métodos de observación: se entiende como el proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad por medio de un esquema conceptual previo y con base en ciertos propósitos definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar. (p. 143)



Métodos de Análisis: Son procesos que permiten al investigador conocer la realidad..., el conocimiento de la realidad puede obtenerse a partir de la identificación de las partes que conforman un todo o como resultado de ir aumentando el conocimiento de la realidad. (p. 146)

En este trabajo de investigación se diseñaran propuestas factibles, que según, UPEL (2006) dice que un proyecto factible “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”; en este caso se diseñaran propuestas con factibilidad técnico-económica. (p. 234).

III.4 Técnicas de recolección de datos

Entre las técnicas usadas para la recolección de datos para la realización de la investigación, se encuentran:

- Sondeo de opiniones.
- Observación.
- Entrevistas.

Las encuestas fueron realizadas para diagnosticar los principales problemas que presentan los almacenes de autoservicio hoy en día, luego se recurre a la observación para verificar y cuantificar los desperdicios; mientras que las entrevistas fueron directamente con la gerencia y trabajadores de la empresa para obtener de fuente directa su perspectiva de los problemas actuales.

A partir de la obtención de los datos de la situación actual se procede analizar y clasificar la información, para identificar los problemas más relevantes y de mayor impacto para la organización, de esta manera proponer el conjunto de mejoras. Para desarrollar estas actividades es necesario utilizar técnicas de análisis de datos y solución de problemas.



III.5 Técnicas de análisis de datos y resolución de problemas

III.5.1 Diagrama Causa-Efecto

Es una herramienta de análisis que muestra la relación existente entre una característica y los factores que la causan. Todo proceso genera un resultado o efecto, causado por factores que intervienen en él, por lo que esta herramienta se considera de gran utilidad ya que sirve principalmente para categorizar las causas potenciales de una situación de manera ordenada.

Este diagrama fue desarrollado en Japón por Kaoru Ishikawa, uno de los principales gurús de la calidad, quien comenzó a emplearlo en 1953. Su uso se ha extendido a todas partes del mundo ya que constituye una útil herramienta para mejorar la calidad.

En el diagrama se incluyen los siguientes elementos:

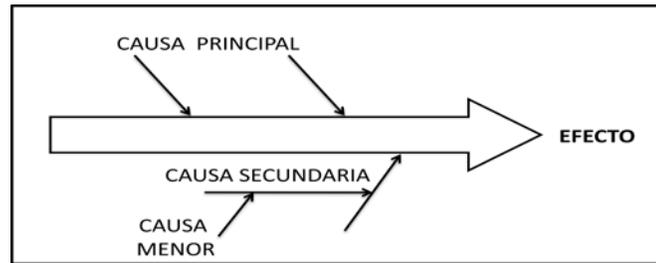
1. Materiales.
2. Mano de Obra.
3. Métodos.
4. Máquinas.
5. Medio ambiente.

La representación gráfica del diagrama facilita observar de forma clara las causas probables del problema, caracterizándose por emplear el pensamiento divergente, enfocando el análisis de distintas ópticas.

Para elaborar el diagrama se deben identificar las causas probables y el problema.

En su construcción se debe:

- Trazar una flecha gruesa de forma horizontal, cuya punta indique el efecto.
- Trazar flechas diagonales donde se identifican las causas principales.
- Las causas secundarias son representadas mediante flechas paralelas al efecto, hasta llegar a la causa principal.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 7. Diagrama causa-efecto

III.5.2 Criterios de análisis de la operación

Análisis de la Operación: es un procedimiento empleado por el Ingeniero de Métodos para investigar las actividades que agregan valor a una tarea determinada, con el objetivo de reducir al máximo aquellas que no agregan valor y de esta manera eliminar todos los desperdicios presentes en una operación.

Cuando se analiza un proceso, se debe buscar eliminar los elementos que no agregan valor, de no ser posible se combinan o simplifican, ya que son los que consumen la mayor porción del tiempo total de trabajo.

Para la aplicación del análisis de la operación se debe recabar la información concerniente, para determinar cuánto tiempo debe emplearse para realizar el estudio.

Los criterios a evaluar mediante la aplicación del Análisis de la Operación son los siguientes:

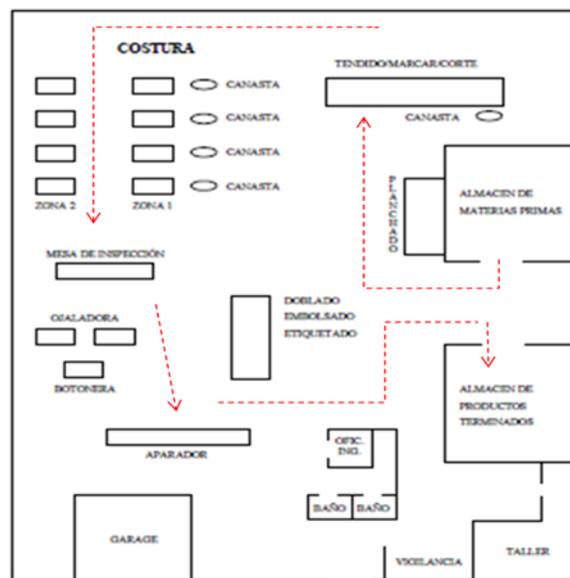
1. **Propósito de la operación**, tiene como objetivo justificar la existencia de una actividad dada. Este criterio es siempre aplicable en primer término, ya que si se demuestra que una actividad no se encuentra justificada, ahorraremos el costo que implica su ejecución. La eliminación de una actividad innecesaria, permite utilizar mejor los recursos.
2. **Diseño de las partes**, persigue una continua revisión de diseños para comprobar su vigencia respecto a los cambios producidos con el pasar del tiempo, ya que diseños más sencillos pueden proporcionar grandes ahorros en el costo del producto.



3. **Tolerancias y especificaciones**, está relacionado directamente con la calidad, satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes, mediante la utilización de técnicas modernas de control de calidad.
4. **Materiales**, se debe a la revisión constante de los materiales directos e indirectos relacionados en los procesos, ya que continuamente se desarrollan nuevos materiales cuyas propiedades y costos justifican su selección por sobre otros materiales ya existentes.
5. **Procesos de Manufactura**, se enfoca en desarrollar mejores procesos, ya que siempre existe un método mejor. Manufactura engloba 3 categorías básicas: moldeado, maquinado y ensamblaje.
6. **Equipos, herramientas y tiempos de preparación**, consiste en disminuir el tiempo en las actividades relacionadas con el alistamiento previo a la ejecución del trabajo. La preparación no es una actividad productiva por cuanto no contribuye directamente al logro de del objetivo perseguido.
7. **Condiciones de trabajo**, este criterio engloba las condiciones ambientales (Temperatura, humedad relativa, circulación del aire, iluminación, color y ruido), además de otras como mantenimiento de orden, seguridad e higiene.
8. **Manejo de materiales**, está relacionado con el movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Es una parte esencial de cualquier actividad pero añade costos al producto, debido a esto mientras más pueda reducirse más competitivo será el producto.
9. **Distribución en planta**, comprende el diseño de un plan para colocar el equipo adecuado de forma tal que se introduzca el máximo de economías durante el proceso de manufactura. Para la distribución se hace necesario tener en cuenta sitio para los operadores, maquinarias, manipulación de materiales, bancos de trabajos, mantenimientos, inspecciones, etc.
10. **Principio de economía de movimientos**, son normas que permiten realizar las actividades con un menor esfuerzo y en un menor tiempo.

III.5.3 Diagrama de Recorrido

Es un esquema de distribución en planta, que muestra dónde se realizan todas las actividades, la ruta es señalada por líneas para identificar y localizar cada ruta. Es utilizado cuando se desea mostrar el movimiento de más de un material o de una persona que interviene en el proceso de análisis sobre el mismo diagrama, cada uno puede ser identificado por líneas de diferentes colores o trazos. Sirve para mejorar los métodos y actúa como guía para una distribución en planta mejorada.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8. Diagrama de Recorrido

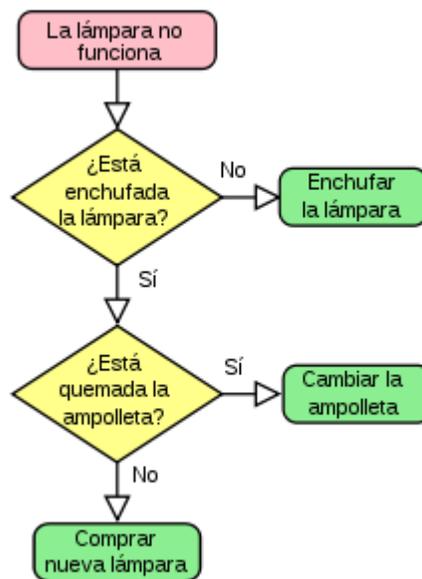
III.5.4 Diagrama de Flujo:

Diagrama de Flujo insumo – producto:

Se refiere al movimiento o flujo de materiales a través de un proceso productivo. También puede ser utilizado como diagrama de recorrido, para identificar el movimiento de materiales o personas. (Burgos, p. 47)

Diagrama de Flujo (Sistemas):

Es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Sirve principalmente para describir el proceso real para obtener un cierto resultado. Ésta representación se realiza por medio de formas y símbolos gráficos tales como rombos, cuadrados, paralelepipedo, etc. (Mahiques, p. 211)



Fuente: Mahiques (2008)

Figura 9. Diagrama de Flujo

III.5.5 Diagrama de actividades relacionadas (REL)

En este diagrama cada actividad es representada por cuadrados de igual tamaño. Estos están conectados por un número de líneas que indican en orden decreciente la importancia de esta relación. Los cuadrados se rotan hasta que se obtengan relaciones más apropiadas entre las actividades. (Gomez, p. 131).

III.5.6 Pruebas de bondad de ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste se utilizan principalmente para determinar la cercanía de los datos. Si existe gran diferencia entre la frecuencia observada en la



muestra y lo que se esperaría observar, la hipótesis debe rechazarse, ya que las observaciones obtenidas en la muestra difieren tanto del patrón que se espera que ocurra la distribución planteada como de la hipótesis.

Dadas las observaciones (X_1, \dots, X_n) independientes con distribución F , se plantea la H_0 : " $F=F_0$ " llamada Hipótesis nula o Hipótesis de ajuste de la distribución F_0 del cual proviene la muestra y una Hipótesis alternativa H : " $F \neq F_0$ ". Para decidir si se rechaza la H_0 a partir de una información dada, se estima F por medio de la muestra y se compara la estimación con F_0 .

Prueba Chi Cuadrado:

El test chi-cuadrado se utiliza para determinar la calidad del ajuste, el cual puede ser mediante distribuciones teóricas como la distribución normal o de distribuciones empíricas, es decir, de los datos de la muestra. X_1, \dots, X_n , proveniente de $f(x)$ de una variable aleatoria X dividida en K clases exhaustivas y mutuamente excluyentes y sea N_i con $i=1, 2, \dots, K$ el número de observaciones de la i -ésima clase.

$H_0: F(x) = F_0(x)$, $F_0(x)$ completamente especificada. Entonces se puede obtener P_i probabilidad de obtener una observación en la i -ésima clase bajo H_0 donde $\sum_{i=1}^k P_i = 1$

La prueba Chi- Cuadrado utiliza el estadístico $\sum_{i=1}^k \frac{(N_i - nP_i)^2}{nP_i} \sim \chi_{k-1}^2$ si n es suficientemente grande y donde N_i es la frecuencia observada de la i -ésima clase y nP_i es la frecuencia correspondiente que se esperaba bajo la hipótesis nula. Si no se tiene $F_0(x)$ totalmente determinada H_0 no es simple sino compuesta, y debe aproximarse con los parámetros de la distribución con EMV ($T=EMV(\theta)$).

$\sum \frac{[N_i - nP_i(T)]^2}{nP_i(T)} \sim \chi_{k-1-r}^2$, donde r : número de parámetros aproximar.

Prueba de Ajuste de Kolmogorov:

El estadístico de Kolmogorov es $D = |F_n(x) - F(x)|$, región crítica $\sqrt{n}D > C_n(\alpha)$, con $C_n(\alpha)$ (α) elegido para un nivel α , cumpliendo las siguientes premisas:

1. La distribución de D cuando se cumple H_0 " $F=F_0$ " es la misma para cualquier distribución F_0 continua, y
2. El $\lim_{n \rightarrow \infty} C_n(\alpha) = c(\alpha)$, solución de $\alpha = 2\alpha = 2 \sum_{j=1}^{\infty} (-1)^{j-1} e^{-2j^2 c^2(\alpha)}$.



Tabla N° 1 Valores críticos del estadístico de kolmogorov $\sqrt{n}D$

n	α		n	α		n	α	
	10%	5%		10%	5%		10%	5%
5	1.136	1.258	14	1.176	1.307	35	1.197	1.330
6	1.144	1.271	15	1.177	1.307	40	1.201	1.337
7	1.154	1.279	16	1.179	1.310	45	1.202	1.335
8	1.157	1.285	17	1.183	1.314	50	1.206	1.334
9	1.162	1.292	18	1.184	1.316	60	1.203	1.336
10	1.167	1.295	19	1.181	1.312	70	1.205	1.341
11	1.167	1.297	20	1.183	1.314	80	1.205	1.339
12	1.168	1.299	25	1.188	1.320	100	1.209	1.340
13	1.176	1.307	30	1.191	1.326	∞	1.224	1.358

Fuente: Cabaña E.

La distribución de probabilidades de la muestra ordenada $U_{(1)}, U_{(2)}, \dots, U_{(n)}$ de la distribución uniforme (0,1), en la región definida por las desigualdades $|F_n(U)-u|, < a$, $0 < u < 1$. Se trata de un número infinito de desigualdades, una para cada u en (0,1), que verifican la ecuación:

$$|(i-1/2)-n-u_i| < a-1/2n, i= 1, 2, \dots, n.$$

Prueba Anderson-Darling (A-D)

La última estadística de adaptación que se puede usar con datos de muestra continuos es Anderson-Darling que a diferencia de Kolmogorov, se enfoca en el medio de la distribución, la A-D destaca las diferencias entre los extremos de la distribución adaptada y los datos de entrada.

El test Anderson-Darling determina si los datos vienen de una distribución específica, la fórmula para el estadístico A determina si los datos (observar que los datos se deben ordenar) vienen de una distribución con función acumulativa $F A2=-N - S$ donde:

El estadístico de la prueba se puede entonces comparar contra las distribución F del estadístico prueba (Dependiendo que F se utiliza) para determinar el P-Valor.



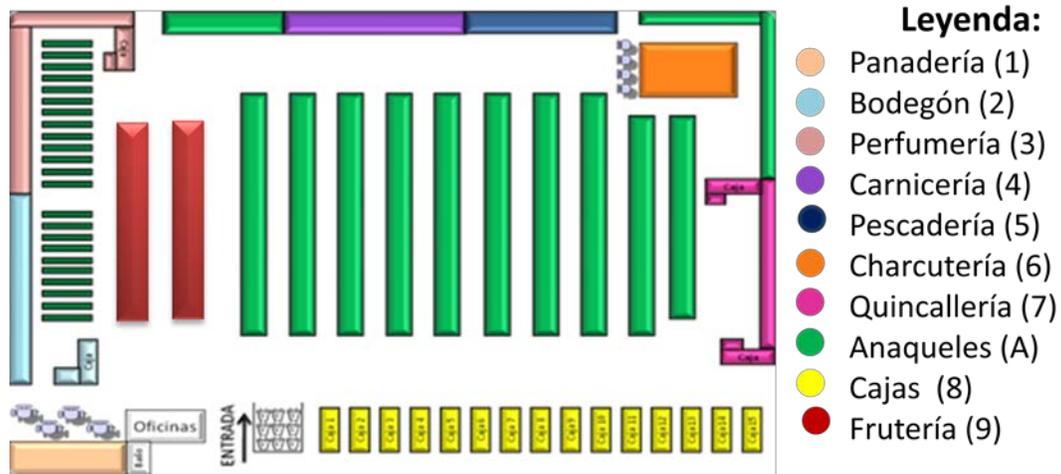
III.5.7 Diagrama de Cuadrillas

Es la representación gráfica, sobre una escala de tiempos, de las actividades realizadas por un grupo de personas con un objetivo en común, como lo es la ejecución de tareas. Permite un análisis minucioso de las actividades de cada miembro de la “cuadrilla”, respecto a los otros. Se pueden representar actividades simultáneas. (Burgos, F. p. 126, 2002)

Se utiliza para determinar el tiempo de ciclo de las operaciones, analizar las actividades del grupo, equilibrando las cargas de trabajo, y permite redistribuir las tareas, con la finalidad de reducir las demoras de cada integrante del grupo. (Burgos, F. p. 129, 2002)

III.6 Software de simulación: Arena

Es un software que permite modelar y simular distintos escenarios. Está diseñada para analizar el impacto de los cambios que involucren complejidad, puede estar asociado a cadena de suministros, procesos de manufactura, logística, distribución y servicios. Se utilizó la versión de descarga gratuita, con licencia libre de 30 días, la cual no presenta limitaciones de las aplicaciones.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 11. Plano del almacén delimitado por subsistemas

Los subsistemas definidos fueron los siguientes:

- **Panadería (1):** este subsistema consta de un área de atención y una caja registradora. Posee un área de esparcimiento.
- **Bodegón (2):** este sistema consta de un cajero disponible, sólo para los artículos de esta sección.
- **Perfumería (3):** posee un cajero. Este subsistema funciona de distintas maneras, el cliente selecciona lo que desea, estos artículos son enviados a un casillero, y luego son facturados y entregados a los clientes, en las cajas generales, previa entrega de un ticket para su retiro. Otros clientes cancelan en la caja disponible para el subsistema; aún así para el pago del resto de su compra deben realizar la cola en el sistema de pago general (obligando al cliente a realizar dos colas, dentro del almacén). El criterio para ambos casos es desconocido.
- **Carnicería (4):** es un subsistema sólo de autoservicio. No tiene cajeros, en este subsistema.
- **Pescadería (5):** este subsistema no posee cajeros, sin embargo por las características del producto, el cliente espera por ser atendido.



- **Charcutería (6):** posee un área de autoservicio y una de atención, no posee cajeros, incluye un área de espera para los clientes. Utilizan un sistema de atención FIFO, controlado por un sistema numérico.
- **Quincallería (7):** este subsistema se caracteriza por tener cajeros y poca afluencia de clientes.
- **Cajeros (8):** el sistema consta de 14 cajeros ubicados cercanos a la entrada/salida.
- **Frutería (9):** Espacio destinado para el autoabastecimiento de frutas y verduras, consta de balanzas electrónicas disponibles para el cliente.

Cabe destacar que aquellos subsistemas que no tienen cajas disponibles, deben cancelar la totalidad de sus compras en el sistema de pago central, lo que implica que el cliente, debe esperar en varios subsistemas y por último realizar la cola correspondiente al pago de sus productos.

IV.2 Descripción de la Situación actual

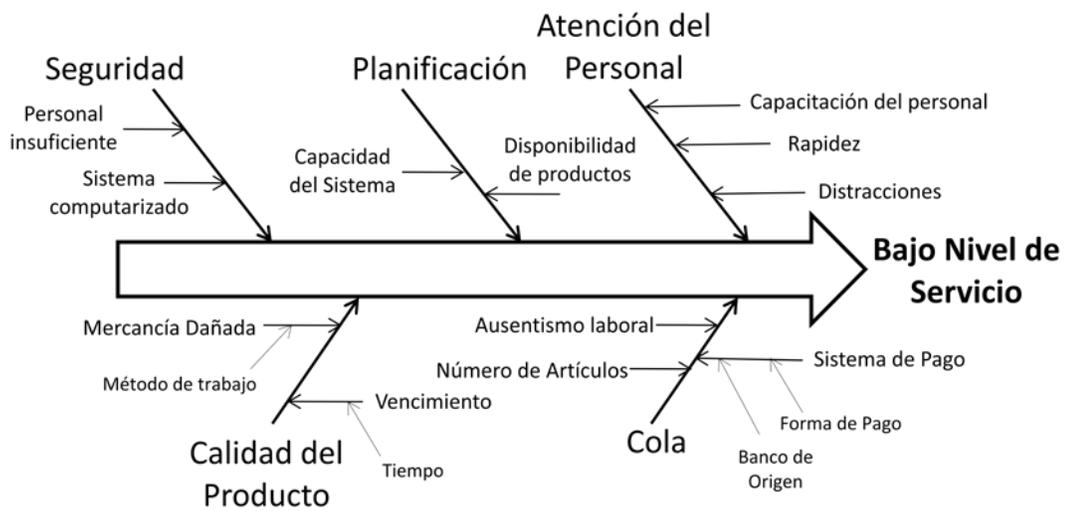
En todos los supermercados existen problemas en común, y tras un periodo de observaciones, se puede afectar el nivel de servicio, e incrementar los costos de ofrecer el servicio.

El tiempo de espera en las cajas, durante el turno de la mañana, 7.01 minutos, en la tarde, 15.12 minutos, y en la noche, 23.62 minutos. Con respecto al tiempo de servicio, 7.13 en la mañana, 10.23 minutos, en la tarde y durante la noche, 14.52 minutos. (Ver tabla 13, p. 50. Datos recolectados del sistema)

El almacén dispone de 8 cajas en el sistema de pago central, el cual tiene un porcentaje de utilización promedio del 62,5%, debido a diversas causas: ausentismo, falta de personal, capacitación del personal, fallas de planificación, entre otros.

Para detectar los problemas dentro del almacén de autoservicio se realizará un análisis de las operaciones del proceso, y se utilizarán diagramas de causa-efecto para jerarquizar las causas y encontrar la causa raíz de los principales problemas.

En el siguiente diagrama se pueden observar los problemas principales que ocasionan un bajo nivel de servicio.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 12. Diagrama de Causa-Efecto del nivel de servicio.

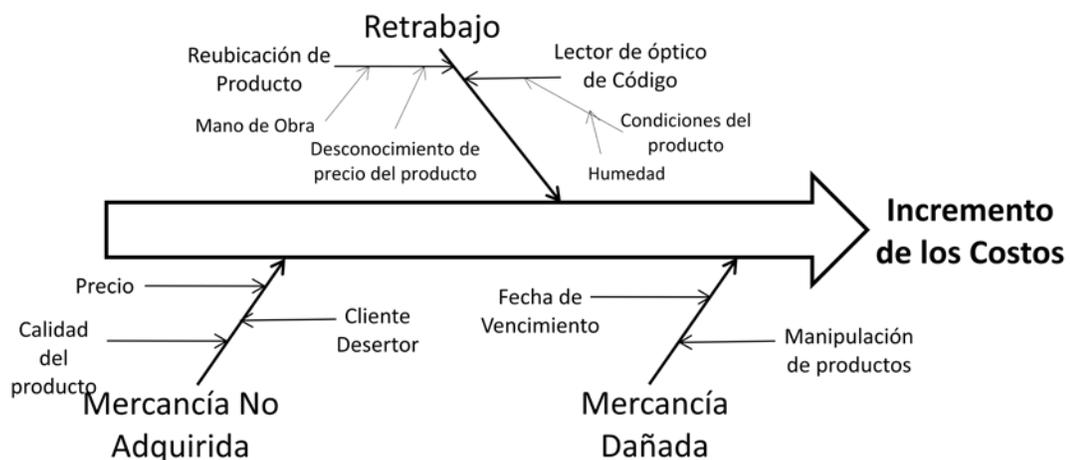
Nivel de servicio

El nivel de servicio, el cual se define como el porcentaje de clientes atendidos satisfactoriamente, esto es si se logra atender al cliente antes del tiempo máximo que está dispuesto a esperar, al superar el tiempo máximo le genera insatisfacción. La espera en el sistema se puede generar por el proceso de selección de los artículos de autoservicio (picking), por la espera de ser atendido en algún subsistema y por la espera para cancelar los productos en el servicio de pago. Todo esto depende de diferentes causas señaladas en el diagrama de causa-efecto, como son la planificación de las facilidades del servicio, al no considerar una demanda variable y estacional, en diferentes horarios del día y en periodos quincenales, pudiendo incurrir en ocio o por el contrario en exceso de trabajo. Atención al personal, lentitud de los cajeros, siendo causa la capacitación del personal, por parte de la empresa, sólo durante el ingreso, las excesivas colas en cada subsistema, dependen además de a forma de pago, siendo afectado por los sistemas de puntos de venta que a su vez dependen del banco de origen, ausentismo, cantidad de artículos, subutilización del sistema. Otras causas que se detectaron fueron la calidad del producto en donde se incluye el precio y disponibilidad en almacén.

Incremento de los costos

Es a su vez consecuencia del bajo nivel de servicio, mercancía dañada y el retrabajo, por la reubicación de mercancías no adquiridas, para ello destinan personal específico.

La mercancía dañada durante el reproceso de reubicación, por el método que utilizan, dejando por mucho tiempo en descongelación aquellos productos que requieren de refrigeración, y por la manipulación inadecuada de los artículos.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 13. Diagrama Causa-Efecto Costos de mano de obra.

Distribución en planta (Lay-out) del almacén

Las fallas en la distribución en planta afecta sobre el tiempo que invierte un cliente en realizar el picking e incrementa el tiempo total requerido para realizar las compras en almacén. Las fallas en la dimensión de los pasillos, impidiendo la cómoda movilización del cliente, los señalamientos colocados en lugares inadecuados, o con información incorrecta y escaza. Largos recorridos entre los subsistemas y en autoservicio.

Con la finalidad de hacer una jerarquización de las causas, que generan los problemas dentro del almacén, se elaboró un cuadro diagnóstico para la resolución de problemas con un pronóstico y control al pronóstico. Se observan en las figuras N° 14 y 15.



Síntomas	Causas	Pronóstico	Control del Pronostico
<input type="checkbox"/> Elevados tiempos de espera. (Bajo nivel de servicio)	<input type="checkbox"/> Capacidad del sistema , es insuficiente para satisfacer la demanda. <input type="checkbox"/> Inadecuada distribución en planta <input type="checkbox"/> Capacitación del personal. <input type="checkbox"/> Fallas del sistema de pago. <input type="checkbox"/> Forma de pago. <input type="checkbox"/> Fallas en la planificación del servicio. <input type="checkbox"/> Costo por cliente no atendido, debido a la baja capacidad del sistema. <input type="checkbox"/> Mercancía Dañada <input type="checkbox"/> Retrabajo.	<input type="checkbox"/> Perdida de cliente potencial. <input type="checkbox"/> Aumento del tiempo de espera total dentro del sistema, ya que el recorrido del cliente conlleva a pasar por varios subsistemas. <input type="checkbox"/> Largas líneas de espera. <input type="checkbox"/> Bajo nivel de Servicio. <input type="checkbox"/> Aumento de clientes desertores. <input type="checkbox"/> La empresa es menos competitiva. <input type="checkbox"/> Disminución de Beneficios Potenciales. <input type="checkbox"/> Aumentos de la cantidad de mano de obra requerida	<input type="checkbox"/> Es necesario realizar propuestas de mejora por medio: 1. Teoría de Colas. 2. Estudio de tiempos. Para disminuir tiempos de espera y costos Asociados. Se debe tomar en Cuenta que periódicamente debe capacitarse al personal para lograr el compromiso de todos los trabajadores.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 14. Cuadro diagnóstico para la solución de problemas sobre el nivel de servicio.

Síntomas	Causas	Pronóstico	Control del Pronostico
<input type="checkbox"/> Costos de Mano de Obra	<input type="checkbox"/> Retrabajo: 1. Debido a la reubicación de mercancía .	<input type="checkbox"/> Incremento de los costos de mano de obra . <input type="checkbox"/> Reubicación de productos en áreas inadecuadas <input type="checkbox"/> Obstaculizan el transito de clientes en los pasillos, lo que conlleva aumentar el tiempo de espera. <input type="checkbox"/> Mayores Costos de Manejo de mercancía.	<input type="checkbox"/> Es necesario realizar propuestas de mejora por medio: 1. Teoría de Colas. 2. Estudio de tiempos. Para disminuir tiempos de espera y costos asociados. Se debe tomar en cuenta que periódicamente debe capacitarse al personal para lograr el compromiso de todos los trabajadores.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 15. Cuadro diagnóstico para la solución de problemas sobre los costos de mano de obra.

IV.3 Recursos Disponibles

El supermercado cuenta con recursos e infraestructura, destinados a ofrecer a sus clientes la mejor atención. En tabla N° 2 se describen los recursos y sus características.



Tabla N° 2. Recursos Disponibles

Recurso	Descripción	Cantidad
Cajas Registradoras	Máquinas fiscales	19
Puntos de venta	Para pago con tarjetas	45
Neveras mostradoras	Autoservicio de refrigerados	15
Bandas Transportadoras	0.5 X 1,20 m	15
Lectores opticos	Códigos de barra	20
Balanzas	Usos en fruteria, charcuteria, carniceria, cajero	25
Rebanadoras	Charcuteria	4
Estantes	Colocación de items	255
Carritos	Uso del cliente	200
Cestas	Uso del cliente	100
Vitrinas y mostradores	Perfumeria	30
Meses	Area de espera en panadería	4
Sillas de espera	Area de espera en charcuteria	15
Recursos humanos	Sólo en piso de supermercado	110

Fuente: Elaboración Propia.

El personal con que se cuenta en planta en su totalidad son 110, de los cuales 8 de ellos son destinados a la reubicación de productos y 35 de los mismos pertenecen al área de caja central quienes mantienen un contrato por 3 meses establecido por la gerencia, siendo capacitadas sólo en los primeros días del puesto de trabajo, es decir, la adaptación se presenta con mayor dificultad lo que se refleja en el aumento de los tiempos de espera y de servicio.

Las cajas registradoras se encuentran distribuidas entre el sistema de pago central y los subsistemas.

IV.4 Descripción de las operaciones del proceso.

El proceso dentro del almacén comienza con la llegada de un cliente, dependiendo del número de artículos a comprar, éste puede utilizar un carrito o cesta para trasladar los productos de una forma cómoda, éstos se encuentran ubicados a la entrada del almacén. El cliente al estar dentro del sistema puede optar por recorrer los subsistemas definidos y/o dirigirse a las áreas de autoservicio.



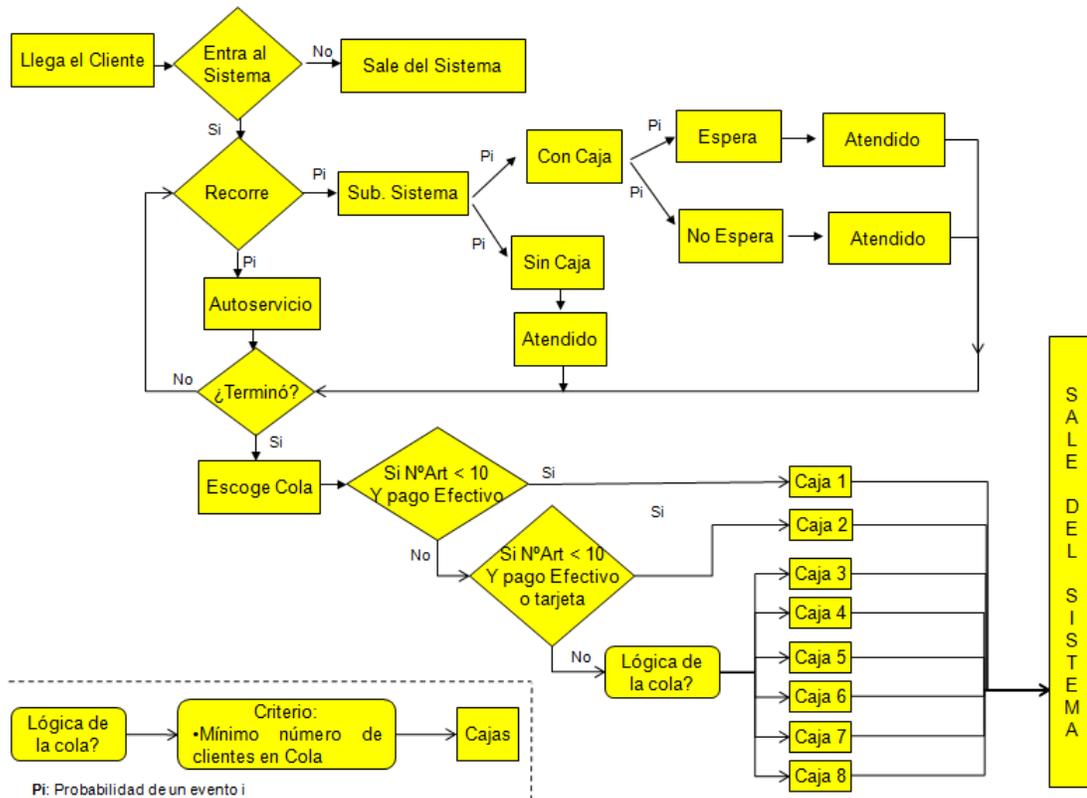
Una vez que ha terminado el recorrido por el sistema, se dirige al sistema de pago central, donde existen 14 cajas, de las cuales 2 son cajas rápidas, cuya condición consiste de pago en efectivo y una cantidad de artículos menor o igual a 10 artículos. Al cumplir con las condiciones, el cliente puede escoger entre las dos cajas rápidas o dirigirse al resto de las cajas.

La capacidad del sistema depende de diversos factores como la hora, el ausentismo laboral, la capacitación de los empleados y las características de la demanda, etc.

El servicio consta de una sola etapa, es decir el cliente se dirige a caja y si es el primero es atendido de inmediato, sino hace cola y posteriormente es servido. El sistema es líneas y múltiples servidores, en donde cada servidor tiene una cola.

Al decidirse por un canal de servicio en específico el cliente debe definir, la forma de pago, ya que todas las cajas no aceptan todas las forma de pago, además observa, si hay clientes en cola, primero escoge el canal que no tenga clientes esperando, de no haber ningún canal libre, tiene dos criterios, la cantidad de clientes en la cola ó la suma de los artículos de los clientes en espera.

Luego que selecciona un canal, dependiendo del flujo que observe en los demás canales de servicio, el cliente puede optar por cambiarse de un cajero a otro, el flujo de clientes a través de las cajas, depende de las capacidades del cajero, en ese momento en específico, forma de pago, cantidad de artículos, disciplina de la cola, etc. Por último, el cliente espera por ser atendido, de ser necesario, cuando es el próximo por ser atendido, deben colocar sus artículos en una banda transportadora, manejada por el cajero, el cual comienza a pasar por el lector de código de barras, de uno en uno, este proceso se retrasa por las características del producto, humedad, peso, tamaño; por fallas en el sistema o por habilidad del servidor. Una vez atendido, el cliente sale del sistema.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 16. Diagrama de flujo de las operaciones dentro del sistema.

IV.5 Descripción y análisis de las variables del proceso.

Las variables a considerar son:

- Tiempo entre llegadas de clientes al sistema.
- Tiempo en cola en cada subsistema.
- Demora en cada subsistema.
- Tiempo de servicio en cada subsistema.
- Forma de pago.
- Cantidad de artículos.
- Porcentaje de utilización del subsistema de pago.
- Porcentaje de las rutas tomadas por los clientes.
- Número de clientes en cola.



- Disciplina de la cola.
- Nivel de Servicio.

Debido a que el sistema posee una demanda variable en el tiempo, se definieron las variables en tres turnos, que abarcan toda la jornada del almacén (12 horas), mañana (8:00 a.m. hasta las 12:00 p.m); Tarde (12:00 p.m hasta las 4:00 p.m) y noche (4:00 p.m hasta las 8:00 p.m).

Para el incremento de los costos se consideran:

- Costos de mano de obra.
- Mercancía dañada (%)
- Mercancías no adquiridas.
- Gasto promedio por cliente.

Tiempo entre llegada de clientes al sistema: es una variable aleatoria y por ende se debe definir la distribución probabilística a la que mejor se ajusta. El patrón de llegada de clientes al sistema, se define como no estacionario. Para ello la data recolectada se realizó en distintas horas del día, con la finalidad de observar detalladamente el comportamiento de llegadas al sistema. (Ver Apéndice A)

Tiempo en cola: Representa el tiempo que deben esperar los clientes para ser atendidos, se considera sólo en los subsistemas en donde se debe hacer cola para recibir un servicio. (Ver Apéndice B)

Tiempo de servicio: se define como el tiempo que transcurre mientras un cliente es atendido en cualquier subsistema, en donde debe cancelar, por los artículos adquiridos en este subsistema. Desde que se registra el primer artículo, hasta que culmina el pago de los mismos. (Ver apéndice C).

Forma de pago: se refiere al porcentaje sobre la forma de pago más utilizada por los clientes. La forma de pago para el sistema actual se muestra a continuación:



Tabla 3. Forma de Pago

Forma de Pago	Efectivo	Tarjeta	Cesta Ticket	Total
Frecuencia	47	43	6	96

Fuente: Elaboración Propia.

Realizando el análisis de los datos se determinó que:

- El 48,96% de los clientes realiza el pago de sus compras en efectivo.
- El 44,79% cancela con tarjetas de debito ó crédito.
- El 6,25% de los clientes utiliza cesta ticket como forma de pago.

Cantidad de artículos: Se refiere a la cantidad de artículos adquiridos por cliente, y que influye directamente en el tiempo de servicio. La siguiente variable permite determinar la cantidad promedio de artículos que adquiere un cliente en el almacén, 15 artículos por cliente. Influye directamente en el tiempo de servicio, además es un indicador de lo que deja de percibir el supermercado, a consecuencia del bajo nivel de servicio. La cantidad de artículos se considera una triangular entre (5,10,30) artículos por cliente.

Porcentaje de utilización del subsistema de pago: cantidad de cajeros que se encuentran en uso en un determinado momento, con respecto al total de cajeros disponibles. El subsistema de pago central consta de 14 cajeros disponibles, los cuales no se encuentran hábiles en su totalidad. Se registró una muestra de 48 observaciones, de los cajeros trabajando en determinado momento de tiempo, y se puede obtener un promedio de utilización del 62.5%, lo que implica que en promedio se encuentran trabajando solamente 8 cajeros.



Tabla 4 Porcentaje de utilización de los cajeros

Nº	Cajas funcionando	% Utilización	Nº	Cajas funcionando	% Utilización
1	4	28.57%	25	10	71.43%
2	5	35.71%	26	9	64.29%
3	2	14.29%	27	10	71.43%
4	5	35.71%	28	10	71.43%
5	9	64.29%	29	9	64.29%
6	8	57.14%	30	9	64.29%
7	8	57.14%	31	8	57.14%
8	7	50.00%	32	9	64.29%
9	8	57.14%	33	9	64.29%
10	9	64.29%	34	8	57.14%
11	9	64.29%	35	8	57.14%
12	10	71.43%	36	8	57.14%
13	11	78.57%	37	8	57.14%
14	9	64.29%	38	9	64.29%
15	9	64.29%	39	10	71.43%
16	10	71.43%	40	10	71.43%
17	10	71.43%	41	10	71.43%
18	10	71.43%	42	9	64.29%
19	9	64.29%	43	9	64.29%
20	10	71.43%	44	9	64.29%
21	11	78.57%	45	9	64.29%
22	11	78.57%	46	9	64.29%
23	10	71.43%	47	8	57.14%
24	10	71.43%	48	9	64.29%

Fuente: Elaboración Propia.

Número de clientes en cola: cantidad de personas en cola, por cajero, en un momento dado. El promedio de clientes en cola por cajero, es de 8 personas, el máximo de clientes es de 10.36 y un mínimo de 1.38 clientes en espera. Durante el periodo de estudio (1 hora 45 minutos) se encontraron en cola, 52 clientes.



Tabla 5 Número promedio de clientes en cola

Caja #	Promedios
1	10.36
2	5.31
3	0.00
4	9.13
5	0.00
6	1.38
7	0.00
8	6.56
9	6.00
10	0.00
11	6.13
12	0.00
13	0.00
14	6.88

Fuente: Elaboración Propia.

Rutas tomadas por los clientes: es la frecuencia con la cual los clientes siguen una ruta específica, con la finalidad de ajustar al estado real el comportamiento del cliente por subsistema.

La nomenclatura utilizada para cada subsistema es la siguiente:

1. Panadería
2. Bodegón
3. Cosméticos /Perfumería.
4. Carnicería.
5. Pescadería.
6. Charcutería.
7. Quincallería.
8. Cajeros.
9. Frutería.
- A. Autoservicio /Anaqueles.

Disciplina de la cola: Es la manera en la que se ordenan los clientes al ser atendidos, dentro de la cola. La disciplina de la cola es FIFO.



Costos de Mano de Obra: En los costos de mano de obra se consideran aquellos trabajadores, que influyen de manera directa o son consecuencia del bajo nivel de servicio, en este caso se consideran la totalidad de las cajeras y al personal designado para la reubicación de productos no adquiridos por los clientes y dejados en el área del sistema de pago central.

Por información obtenida del gerente del almacén, el sueldo de los trabajadores es de un 20% más al sueldo mínimo, información de con la cual se realiza la siguiente estimación de los costos de mano de obra al mes.

Tabla 6. Estimación de los costos de mano de obra.

Mano de Obra	Cantidad	Sueldo (BsF/mes)
Cajeros	35	63,000.00
Personal de reubicación	8	14,400.00
Total	43	77,400.00

Fuente: Gerencia del supermercado.

Mercancía dañada (%): se refiere al deterioro o daño de mercancías, que por diversas razones, no son adquiridas por los clientes y dejadas en cualquier parte del almacén o en la zona del servicio de pago. El método que utilizan los trabajadores para reubicar la mercancía, consiste en recolectar poco a poco los artículos, y colocarlos en un equipo de manejo de materiales (carritos de supermercado). Una vez que hay una cantidad considerable de artículos, son trasladados al área de quincallería, en donde otro trabajador, los clasifica por su ubicación en los pasillos, para luego ser reubicados.

Este proceso puede tardar varias horas, por ser solamente dos personas por turno, ocasionando el deterioro de la mercancía, como por ejemplo de carnicería o charcutería, que requieren de refrigeración. Se realizó una muestra entre 800 artículos, los cuales fueron dejados por los clientes, luego de escogerlos, que se dañaron en algunos casos por ser dejados durante mucho tiempo sin refrigeración, por aplastamiento, deterioro, etc.



Tabla 7. Porcentaje de mercancía dañada por subsistema

Subsistema	Carnicería	Frutería	Autoservicio	Pescadería	Charcutería	Otros
Frecuencia	204	288	93	72	138	5
% Dañado	25.5	36	11.63	9	17.25	0.63

Fuente: Elaboración Propia.

Mercancía no adquirida: se considera esta mercancía como aquella que el cliente no adquiere por razones como: falta de capital, el precio del artículo a la hora de pagar es superior al observado en anaqueles, excesivas colas o tiempos de espera, aquellos clientes desertores que entraron al sistema, pero deciden no esperar y dejar los productos en cualquier lugar del almacén.

En este caso dejan de percibir una utilidad, son ventas retrasadas y en otros casos pérdidas, y al mismo tiempo disminuye su nivel de servicio, puesto que este es un cliente insatisfecho. Es la razón principal por la cual se tiene destinado un personal, específicamente para el retrabajo, de la reubicación de mercancías. Según la data recolectada del sistema, los clientes dejan alrededor de 7 artículos, estos son los artículos que deben reorganizar en los anaqueles.



Tabla 8. Cantidad de artículos no adquiridos por los clientes.

N°	Artículos	N°	Artículos	N°	Artículos	N°	Artículos	N°	Artículos
1	4	21	1	41	1	61	9	81	2
2	6	22	1	42	2	62	14	82	59
3	2	23	2	43	2	63	1	83	1
4	13	24	3	44	2	64	1	84	3
5	5	25	8	45	7	65	2	85	1
6	1	26	18	46	15	66	6	86	10
7	10	27	34	47	5	67	9	87	2
8	6	28	6	48	4	68	7	88	1
9	5	29	2	49	2	69	7	89	1
10	2	30	1	50	1	70	8	90	6
11	8	31	3	51	5	71	6	91	1
12	1	32	6	52	8	72	3	92	1
13	1	33	1	53	13	73	2	93	9
14	5	34	4	54	6	74	7	94	15
15	7	35	2	55	7	75	28	95	6
16	3	36	1	56	1	76	1	96	4
17	3	37	1	57	56	77	1	97	5
18	4	38	1	58	3	78	1	98	18
19	6	39	6	59	3	79	2	99	1
20	10	40	4	60	4	80	32	100	2

Fuente: Elaboración Propia.

Gasto promedio por cliente: se refiere al gasto total promedio que puede invertir un cliente, en la adquisición de sus artículos. De las observaciones se puede determinar que un cliente gasta en promedio 180,96BsF, es relevante para determinar las potencialidades en términos monetarios, del sistema. Si se logra aumentar en nivel de servicio, y por ende atender mayor cantidad de clientes satisfechos, se logra aumentar las ganancias del almacén. Actualmente es un indicador de lo que deja de percibir el almacén en promedio, por cada cliente que abandona o no entra al sistema.



Tabla 9. Gasto promedio por cliente.

N°	BsF	N°	BsF	N°	BsF	N°	BsF	N°	BsF	N°	BsF
1	159.58	28	204.53	55	25.36	82	168.58	109	117.77	136	65.32
2	340.44	29	243.13	56	147.95	83	70.5	110	50.69	137	29.27
3	29.52	30	158.44	57	100.7	84	1104.48	111	32.21	138	46.83
4	549.68	31	90.75	58	74.44	85	99.64	112	118.45	139	35.04
5	143.82	32	48	59	147.5	86	42.19	113	22.88	140	27.19
6	1380.6	33	60.6	60	70.33	87	107.94	114	10.28	141	61.39
7	56.46	34	81.28	61	86.05	88	51.29	115	88.22	142	63.67
8	1064.45	35	34.22	62	34.75	89	114.58	116	143.9	143	124.67
9	71.83	36	98.56	63	15.92	90	20.19	117	289.82	144	78.66
10	184	37	199.03	64	253.77	91	98.38	118	58.9	145	348.49
11	61.49	38	27	65	61.83	92	93.43	119	301.52	146	185
12	171.17	39	43.9	66	96.8	93	18.21	120	75.54	147	16.69
13	210.56	40	447.88	67	119.95	94	831.68	121	38.16	148	41.15
14	584.25	41	87.88	68	52.23	95	81.48	122	145.93	149	50.99
15	47.25	42	47.96	69	309.1	96	64.44	123	243.68	150	42.4
16	83.78	43	15.3	70	154.38	97	34.04	124	151.33	151	231.44
17	52.2	44	255.33	71	100.22	98	11.41	125	56.59	152	44.86
18	181.39	45	208.42	72	790.15	99	224.51	126	465.52	153	303.37
19	325.64	46	284.45	73	11.94	100	741.92	127	131.61	154	87.14
20	31.74	47	115.17	74	65.39	101	47.43	128	187.39	155	119.31
21	44.08	48	347.18	75	233.12	102	72.17	129	89.21	156	1105.92
22	203.64	49	227.43	76	277.12	103	181.69	130	112.79	157	275.55
23	82.33	50	132.98	77	21.9	104	368.83	131	29.05	158	43.84
24	240.93	51	72.46	78	119.57	105	30.73	132	79.26	159	92.79
25	9	52	68.06	79	16.12	106	20.1	133	683.35	160	78.59
26	90.23	53	199.63	80	75.46	107	99.65	134	982.06	161	65.09
27	930.4	54	96.94	81	443.37	108	565.68	135	125.57	162	180.64

Fuente: Elaboración Propia.

Nivel de Servicio: es la probabilidad en donde el tiempo en cola del sistema, sea menor o igual al tiempo máximo que un cliente está dispuesto a esperar.

$$NS = P(T_{cola} \leq T_{m\acute{a}x\ cliente})$$

Las encuestas permiten recolectar la información del tiempo máximo que un cliente estaría dispuesto a esperar, y sentirse satisfecho con el servicio.



Fuente: Información del cliente.

Figura 17. Tiempo en cola que un cliente está dispuesto a esperar.

Cálculo del Nivel de Servicio:

Para el cálculo del nivel de servicio se toman como referencia 15 minutos. Pues se corresponde con el tiempo que está dispuesto a esperar, un cliente para ser atendido, dato obtenido mediante encuesta. A continuación se muestra los niveles de servicio de acuerdo a los horarios de estudio del sistema: mañana, tarde y noche.

En la mañana el nivel de servicio es del 100%, por ende no se considera como crítico. (Ver tabla N° 10)

Para el turno de la tarde el nivel de servicio para 14.5min que viene dado por el tiempo en cola, mientras que para la noche el tiempo es de 22min en ambos casos el nivel de servicio es 62%. (Ver tabla 11 y 12 respectivamente)



Tabla 10. Nivel de Servicio Turno: Mañana

Tiempo en Cola	F(x)						
0.67	100%	1.26	89%	1.78	72%	2.61	48%
0.71	99%	1.27	88%	1.79	72%	2.64	47%
0.75	99%	1.28	88%	1.79	71%	2.66	46%
0.77	99%	1.28	87%	1.8	70%	2.77	45%
0.79	99%	1.3	87%	1.89	70%	2.93	44%
0.84	98%	1.3	87%	1.94	69%	3.05	43%
0.85	98%	1.31	86%	1.94	68%	3.1	42%
0.87	98%	1.32	86%	1.97	68%	3.15	41%
0.87	97%	1.34	85%	2	67%	3.25	40%
0.87	97%	1.36	85%	2.02	66%	3.41	38%
0.91	97%	1.37	84%	2.02	65%	3.45	37%
0.92	96%	1.4	84%	2.05	65%	3.67	36%
0.92	96%	1.42	83%	2.08	64%	3.79	34%
0.92	96%	1.43	82%	2.18	63%	3.82	33%
0.99	95%	1.46	82%	2.22	62%	3.85	32%
1.01	95%	1.5	81%	2.22	61%	3.9	30%
1.01	95%	1.52	81%	2.24	61%	3.95	29%
1.04	94%	1.52	80%	2.26	60%	4.03	27%
1.04	94%	1.56	80%	2.29	59%	4.7	26%
1.04	93%	1.58	79%	2.31	58%	4.77	24%
1.04	93%	1.59	79%	2.31	57%	4.97	22%
1.08	93%	1.6	78%	2.34	56%	4.98	20%
1.08	92%	1.62	77%	2.35	56%	5.23	18%
1.12	92%	1.63	77%	2.39	55%	5.55	16%
1.14	91%	1.68	76%	2.39	54%	5.72	14%
1.15	91%	1.71	76%	2.4	53%	5.98	12%
1.18	91%	1.74	75%	2.48	52%	6.2	10%
1.19	90%	1.76	74%	2.52	51%	7.17	7%
1.21	90%	1.77	74%	2.55	50%	9.46	4%
1.25	89%	1.77	73%	2.6	49%	9.75	0%

Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 11. Nivel de Servicio Turno: Tarde

Tiempo en Cola	F(x)						
6.25	100%	12.28	83%	14.65	60%	18.17	33%
7.19	99%	12.44	82%	14.79	59%	18.5	32%
7.22	99%	12.62	81%	14.8	58%	18.54	31%
8.17	98%	12.9	81%	14.81	58%	18.6	30%
8.2	98%	12.95	80%	15.13	57%	18.63	29%
8.36	97%	13.14	79%	15.19	56%	18.63	28%
8.48	97%	13.14	78%	15.37	55%	18.75	27%
8.67	97%	13.19	78%	15.63	54%	18.89	26%
8.79	96%	13.37	77%	15.93	53%	19.02	24%
8.9	96%	13.37	76%	16.15	52%	19.03	23%
9.36	95%	13.57	76%	16.17	51%	19.14	22%
9.5	95%	13.6	75%	16.31	51%	19.25	21%
9.69	94%	13.62	74%	16.41	50%	19.49	20%
10.35	93%	13.71	73%	16.48	49%	19.55	19%
10.56	93%	13.71	72%	16.51	48%	19.91	18%
10.69	92%	13.9	72%	16.54	47%	20.11	17%
10.81	92%	13.92	71%	16.61	46%	20.41	16%
10.96	91%	13.95	70%	16.64	45%	20.55	15%
11.2	90%	14	69%	16.71	44%	20.65	14%
11.23	90%	14.02	69%	16.85	43%	20.66	12%
11.28	89%	14.04	68%	16.87	42%	20.86	11%
11.32	89%	14.04	67%	17.14	41%	21.62	10%
11.34	88%	14.06	66%	17.18	40%	21.81	9%
11.38	87%	14.11	66%	17.19	40%	21.84	8%
11.77	87%	14.11	65%	17.31	39%	22.31	6%
11.81	86%	14.39	64%	17.35	38%	23.01	5%
11.94	85%	14.42	63%	17.39	37%	23.09	4%
12.02	85%	14.54	62%	17.57	36%	23.63	3%
12.08	84%	14.58	62%	17.71	35%	23.63	1%
12.18	83%	14.59	61%	17.78	34%	23.75	0%

Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 12. Nivel de Servicio Turno: Noche

Tiempo en Cola	F(x)						
3.9	100%	13.4	89%	19.2	72%	32.2	47%
5	100%	13.4	88%	19.6	71%	32.4	45%
5.6	99%	13.6	88%	19.8	71%	32.7	44%
6	99%	13.6	88%	19.9	70%	33	43%
6	99%	13.7	87%	20.3	69%	33.2	42%
6.1	99%	13.8	87%	20.3	69%	34.6	41%
6.2	99%	14.2	86%	20.7	68%	35.1	39%
6.4	98%	14.2	86%	21	67%	37	38%
8.2	98%	14.4	85%	21.1	66%	37	37%
8.6	98%	14.4	85%	21.2	66%	38.4	35%
9.8	97%	15	84%	21.2	65%	38.5	34%
9.8	97%	15.2	83%	21.5	64%	39.1	33%
10.5	97%	15.2	83%	21.8	63%	39.4	31%
10.6	96%	15.3	82%	21.9	63%	40.6	30%
10.6	96%	15.4	82%	22	62%	41.6	28%
11.2	96%	15.6	81%	22.6	61%	41.7	27%
11.4	95%	15.8	81%	24	60%	42.6	25%
11.8	95%	15.9	80%	24	59%	44.7	24%
11.9	94%	16.2	80%	24.1	58%	46.4	22%
12	94%	16.4	79%	25.6	58%	46.9	21%
12.1	94%	16.6	78%	25.7	57%	47.2	19%
12.2	93%	16.6	78%	26.3	56%	50.7	17%
12.3	93%	17	77%	27.4	55%	52.2	15%
12.6	92%	17	77%	27.5	54%	53.1	13%
12.6	92%	17.2	76%	28.2	53%	53.8	11%
12.8	91%	17.8	75%	28.4	52%	54.1	10%
13.1	91%	18	75%	28.7	51%	64	7%
13.2	90%	18.4	74%	29	50%	65.1	5%
13.2	90%	18.5	73%	29.2	49%	67.1	3%
13.3	89%	18.7	73%	29.2	48%	74.2	0%

Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 13 Resumen de las variables.

Tiempo entre Llegadas al Sistema			
Turno	Mañana	Tarde	Noche
T. Llegada	Exponencial (68,5299) seg	Exponencial (43,8889) seg	Normal (30,8084; 27,0256) seg
Tiempos del Sistema de Pago (Cajas)			
Turno	Mañana	Tarde	Noche
T. Cola	Lognormal (6.67; 2,7338) min	Normal (15.12; 4,02) min	Lognormal (23,78; 15,8591) min
T. Servicio	Normal (1.69; 0,7338) min	Lognormal (7,2233692; 2,03075) min	Lognormal (14,516; 12,1508) min
Subsistemas			
Turno	Mañana	Tarde	Noche
Charcutería			
T. Servicio	Normal (8,0459; 2,6104)	Normal (8,7314; 3,0124)	Normal (14,266; 5,2184)
T. Cola	Lognormal (4,7936; 3,5221)	Uniforme (3,75; 15,083)	Triangular (2,8509; 7,0401; 29,4251)
Perfumería			
T. Servicio	Normal (6,59253; 3,09458)	Lognormal (4,25466; 3,6844)	Normal (4,20823; 3,2555)
T. Cola	Triangular (1,75; 3,69; 4,2)	Lognormal (3,2348; 2,7223)	Lognormal (3,27119; 2,8074)
Panadería			
T. Servicio	Triangular (0,96; 4,52; 10,53)	Lognormal (1,49116; 1,13928)	Normal (5,2133; 1,6549)
T. Cola	Exponencial (3,41995)	Lognormal (1,61589; 1,01435)	Weibull (1,2135; 4,4014)
Bodegón			
T. Servicio	Uniforme (0,66; 2,84)	Normal (1,5558; 0,25975)	Triangular (0,14; 1,88; 2,61)
T. Cola	Uniforme (0,63; 2,34)	Lognormal (1,16457; 0,57753)	Lognormal (1,26758; 0,686055)
Pescadería			
T. Servicio	Normal (2,9731; 0,9447)	Normal (3,0159; 1,0018)	Normal (3,1819; 1,1394)
Carnicería			
T. Subsistema	Triangular (2; 5; 7)		
Quincallería			
T. Subsistema	Triangular (1; 3; 5)		
Frutería			
T. Subsistema	Triangular (3; 5; 8)		
Autoservicio			
T. Subsistema	Triangular (15; 20; 25)		

Fuente: Elaboración Propia.

IV.6 Análisis de los resultados obtenidos en cada subsistema

Tiempo entre llegadas:

Mañana:

Las pruebas estadísticas tienen como finalidad de determinar la distribución de la cual proviene la variable, tiempo entre llegadas, asumiendo que pertenece a una



distribución exponencial. Dado que el p-valor más pequeño obtenido es mayor a 0.05, no es posible rechazar que la variable proviene de una distribución exponencial (λ : 68.53 segundos/cliente), con un nivel de confianza de al menos un 95%.

Tarde:

El Tiempo entre llegadas al sistema, durante el turno de la tarde, se ajusta a una distribución exponencial, ($\lambda = 43.8889$ segundos/cliente). En el caso de la prueba Kolmogorov- Smirnov, la distancia máxima es 0.06925 y dado que el p-valor más pequeño es superior a 0.10, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis en donde los datos pertenecen a una distribución exponencial, con un nivel de confianza de un 95%.

Noche:

El tiempo entre llegadas, para el turno de la noche, de acuerdo a los resultados de las pruebas de bondad de ajuste, sigue una distribución exponencial ($\lambda = 30.88$ segundos/cliente) (Ver Apéndice A)

Subsistema: Cajeros.

Tiempo en cola. (Ver Apéndice D)

Mañana:

A partir de las pruebas estadísticas aplicadas se determinó que el tiempo en cola en la mañana se distribuye lognormal, con parámetros: media: 6.67; desviación típica: 2.73 minutos, con un nivel de confianza de 95%.

Tarde:

El Tiempo en cola en el turno de la tarde, se ajusta a una distribución normal, N ($\bar{X} = 15.12$; $\sigma = 4.02$) minutos. En el caso de la prueba Kolmogorov- Smirnov, la distancia máxima es 0.0705384 y dado que el p-valor más pequeño es superior a 0.10, no es posible rechazar la hipótesis de que los datos pertenecen a una distribución normal, con un nivel de confianza de un 95%.

Noche:

Los datos del turno de la noche según la prueba estadística tienen una distribución lognormal con parámetros (media= 23.78; desviación típica =15.8591) minutos, ya



que el p-valor más pequeño es mayor a 0.10, entonces se puede concluir con un nivel del 95% de confianza que la prueba.

A continuación se describen los resultados correspondientes a cada uno de los subsistemas.

Subsistema: Cajeros.

Tiempo de Servicio. (Ver apéndice E)

Mañana:

Se muestran los resultados de las pruebas de bondad de ajuste a los datos del tiempo de servicio, para el servicio de pago (cajeros), en el turno de la mañana, dado que el p-valor, más pequeño es superior a 0.05, no se puede rechazar que el tiempo de servicio (mañana), proviene de una distribución normal, con un nivel de confianza del 95%. Distribución normal, $N(\mu = 1.69; \sigma = 0.73)$ minutos.

Tarde:

Dado los resultados de las pruebas de bondad de ajuste, la variable del tiempo de servicio, para las cajas, en el turno de la tarde, se ajusta a una distribución lognormal con media: 7.22932 y desviación típica: 2.03075 (minutos), con un nivel de confianza del 95% y p-valor mayor a 0.05.

Noche:

El tiempo de servicio, para el turno de la noche puede ser modelado adecuadamente a una distribución lognormal, con media 14.516 y desviación típica de 12.1508 minutos, con un p-valor de 0.8401 y un nivel de confianza de al menos un 95%.

Subsistema: Charcutería.

Variable: Tiempo de Espera. (Ver apéndice B)

Mañana

Esta variable, de acuerdo a los resultados de las pruebas de bondad de ajuste, se puede concluir que se ajusta a una distribución normal, $N(\mu = 8.0459; \sigma = 2.61043)$ minutos con un intervalo de confianza del 95%.



Tarde:

Los datos del tiempo de espera en Charcutería, en el turno de la tarde, son 115 valores comprendidos entre 2.5667 y 17.3614, la hipótesis es que corresponden a una distribución normal, $N(\mu = 8.73147; \sigma = 3.0124)$ minutos, según las pruebas de bondad de ajuste realizadas, no se puede rechazar esta hipótesis, con un nivel de confianza del 95%.

Noche:

Los resultados que se muestran de las pruebas de bondad de ajuste indican que los datos del tiempo de espera en el subsistema de charcutería, durante el turno de la noche, se pueden modelar bajo una distribución normal $N(\mu = 14.266; \sigma = 5.2184)$ minutos, dado que el p-valor más pequeño es mayor a 0.10, es posible afirmar con un nivel de confianza del 90%.

Subsistema: Charcutería

Variable: Tiempo de Servicio. (Ver apéndice E)

Mañana:

El tiempo de servicio, en charcutería en el turno de la mañana, se ajusta a una distribución lognormal con media: 4.7936 y desviación típica: 3.52219 minutos, con p-valor mayor a 0.10.

Tarde:

Para el tiempo de servicio en charcutería durante la tarde, se puede concluir que los datos se ajustan a una distribución uniforme con límite inferior: 3.75 y límite superior: 15.083 minutos, con un nivel de confianza del 90%.

Noche:

Los datos para la variable, Tiempo de servicio, en el turno de la tarde, se ajustan a una distribución triangular (2.8509; 7.04012; 29.4251) minutos, con un nivel de confianza del 90%.

Subsistema: Pescadería.

Variable: Tiempo de Servicio. (Ver apéndice E)



Mañana:

La variable Tiempo dentro en el subsistema, se ajusta a una distribución normal, $N(\mu = 2.97317; \sigma = 0.944787)$ minutos, con un p-valor de 0.6392, mayor a 0.05, por lo tanto no se rechaza que proviene de dicha distribución, con un 95% de confianza.

Tarde:

Tiempo de servicio, turno de la tarde, proviene, según las pruebas de bondad de ajuste aplicadas, de una distribución normal, $N(\mu = 3.01591; \sigma = 1.00178)$ minutos, cuyo p-valor es $0.4878 > 0.05$, por lo tanto, es posible afirmar con un nivel de confianza del 95%.

Noche:

Los datos del subsistema de pescadería en el horario de la noche, corresponden a una distribución normal $N(\mu = 3.18199; \sigma = 1.13938)$ minutos.

Subsistema: Perfumería

Variable: Tiempo de autoservicio. (Ver apéndice E)

Mañana:

La variable tiempo de autoservicio (SS: Perfumería), de acuerdo con las pruebas de bondad de ajuste realizadas, corresponden a una distribución normal $N(\mu = 6.59253; \sigma = 3.09458)$ minutos.

Tarde:

Los datos de la variable del tiempo de autoservicio en perfumería corresponden a una distribución lognormal con media 4.22608 y desviación típica: 3.75662 (minutos)

Noche:

Son valores comprendidos entre 0.52 y 8.42 minutos y corresponden de acuerdo con los resultados de las pruebas a una distribución normal $N(\mu = 4.20823; \sigma = 3.25554)$ minutos.

Subsistema: Perfumería.

Variable: Tiempo de espera. (Ver apéndice D)



Mañana:

Los datos recolectados para esta variable corresponden oscilan 1.75 y 4.2 minutos, y de acuerdo a los test realizados, se concluye que corresponden a una distribución triangular con Limite inferior: 1.75; punto central: 3.6946 y limite superior 4,2 minutos.

Tarde:

Son 76 valores comprendidos entre 0.47 y 2.45 minutos, dado que el mínimo valor del p-valor obtenido entre las pruebas de bondad de ajuste realizadas, es superior a 0.10, no se puede rechazar que los datos corresponden a una distribución lognormal con media: 3.23488 y desviación típica: 2.72229 (minutos)

Noche:

El tiempo de servicio durante el turno de la noche en el subsistema de perfumería, para la variable tiempo de espera, se ajusta adecuadamente a una distribución lognormal con media 3.27119 y desviación típica: 2.80736 (minutos)

Subsistema: Panadería.

Variable: Tiempo en cola. (Ver apéndice D)

Mañana:

De acuerdo con las pruebas realizadas, la variable corresponde a una distribución triangular (0.96; 4.52522; 10.53) minutos, con un nivel de confianza de al menos un 90%, dado que el p-valor, es mayor a 0.10.

Tarde:

El Tiempo en cola, para Panadería corresponde a una distribución lognormal con media: 1.49116 y desviación típica: 1.13928 minutos.

Noche:

Los datos del tiempo en cola en el turno de la noche, en el panadería se ajustan correctamente a una distribución Normal $N(\mu = 5.21331; \sigma = 1.65492)$ minutos.

Subsistema: Panadería.

Variable: Tiempo de Servicio. (Ver apéndice E)



Mañana:

El tiempo de servicio en este subsistema corresponde a una distribución exponencial con ($\lambda = 3.41995$ minutos), dado que el mínimo valor obtenido en las pruebas de bondad de ajuste, es 0.8717 y es superior a 0.05, se puede asegurar esto con un nivel de confianza del 95%.

Tarde:

Esta variable, de acuerdo con las pruebas realizadas, se puede describir mediante una distribución lognormal con 1.61589 y desviación 1.01435, con un nivel de confianza del 95%.

Noche:

La variable mediante el turno de la noche, se puede describir por una distribución Weibull (forma: 1.21352; escala: 4.40146) minutos.

Subsistema: Bodegón.

Variable: Tiempo en cola. (Ver apéndice D)

Mañana:

El tiempo en cola, en bodegón durante la mañana, se puede describir mediante una distribución uniforme ($L_i = 0.66$; $L_s = 2.84$) en minutos.

Tarde:

En bodegón durante el turno de la tarde, el tiempo en cola, tiene una distribución normal $N(\mu = 1.55583$; $\sigma = 0.2597499$) minutos.

Noche:

Durante el turno de la noche, el tiempo en cola en este subsistema, se ajusta correctamente a una distribución triangular (0.14; 1.88561; 2.61).

Subsistema: Bodegón

Variable: Tiempo de Servicio. (Ver apéndice E)

Mañana:

Esta variable corresponde a una distribución uniforme con valores comprendidos entre 0.63 y 2.34 minutos.



Tarde:

Durante el turno de la tarde, el tiempo de servicio, pasa a ser descrito por una distribución lognormal con media 1.16457 y desviación típica 0.57753 minutos.

Noche:

El tiempo de servicio, en bodegón en la noche, se puede explicar con una distribución lognormal con media 1.26758 y desviación típica 0.686055 minutos.

IV.7 Recorrido de los clientes dentro del sistema

A continuación se muestran los recorridos de los clientes dentro del sistema, con la finalidad de reproducir aquellas rutas más probables.

A medida que los clientes recorren el sistema, se tomaba el nombre del subsistema que visitaba, bajo la misma nomenclatura que se describe en todo el trabajo. Esto se hace para disminuir la cantidad de rutas a simular que pueden ser infinitas y se toman solo las más probables.



Tabla 14. Rutas de los clientes dentro del sistema.

SS N°	RUTAS									SS N°	RUTAS									SS N°	RUTAS									SS N°	RUTAS																			
	A	1	2	3	4	5	6	7	8		9	A	1	2	3	4	5	6	7		8	9	A	1	2	3	4	5	6		7	8	9	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9							
1	A			4				7	8		41	A		3					8	9		81	A							8		121	A					5			8	9								
2	A			4				7	8		42	A		2	4	5				8		82	A			4	6		8		122	A					6			8										
3	A							7	8		43	A		2	3			6		8	9		83	A					8		123	A									8									
4	A							6	8		44	A			4	6			8	9		84	A			4	6		8		124	A										8								
5	A							6	8	9	45	A			4	6			8			85	A			4	6		8	9	125	A										8	9							
6	A	1						4			46	A			4	6			8			86	A			4	6		8	9	126	A				4						8								
7		2							8		47	A			2	4			6		8		87	A			4			8		127	A			3			6		8	9								
8								4			48	A			4	5				8	9		88	A					8	9	128	A				4			6		8	9								
9	A								8	9	49	A				6			8			89	A			4			8	9	129	A											8							
10		1						4	6	8	9	50	A			3	4				8	9	90	A					8		130	A											8	9						
11	A								6	8		51	A			4	6			8		91	A	1		4			8		131	A					4						8							
12	A							4	6	8		52	A				6			8		92	A			4	6		8	9	132	A												8						
13	A							5		8	9	53	A			4				8	9	93	A			4	5	6		8		133	A				4							8						
14	A							4	5	6	8	54	A			4				6	8		94	A					8		134	A							4	5	6			8						
15	A								6	8	9	55	A							8			95	A			4	5	6		8		135	A				3	4		6		8	9						
16	A								6	8		56	A							8	9		96	A					8		136	A												8						
17	A								8	9		57	A			4				8			97	A			4	5	6		8	9	137	A											8	9				
18								4			8	58	A			4	6			8			98	A			4	6		8	9	138	A				4			6				8						
19	A							4	5	6	8	59	A			4				8			99	A			4			8		139	A							5	6			8						
20	A							4	5	6	8	60	A							8	9		100	A			4			8		140	A			2	4			6				8						
21	A							4	6	8	9	61	A			4	5	6			8	9	101	A		2				8		141	A									7	8							
22	A								8	9		62	A				5	6			8		102		1	2			6		8		142	A	1			4							8	9				
23	A								6	8	9	63	A			2	4			6	8		103	A			4	5	6		8	9	143	A											6	8	9			
24	A	2								8		64	A			3	4			6	8	9	104	A			4	6		8		144	A													8	9			
25	A							4	6	8		65	A			2	4				8		105	A					8		145	A							4	5	6			8						
26	A							3		6	8	9	66	A						6	8		106	A					8	9	146	A				3									8	9				
27								4	6	8		67	A								8		107	A				5		8	9	147	A			2	4			6				8						
28									6	8		68		1		4	6			8	9		108	A	1		4			8		148	A												6	8				
29									6	8	9	69	A								8	9		109	A					7	8		149	A												8	9			
30	A							3			8	9	70	A			4				8		110	A				6		8	9	150								4						6	8			
31	A	1	2							8	9	71	A								8	9		111	A			6		8		151													6	8				
32	A									8	9	72									8	9		112	A					8		152													4		8	9		
33	A								6	8		73	A								8		113				4			8		153	A												4		8			
34	A							4			8	9	74	A			4	5	6		8		114				4	6		8		154	A													8	9			
35								4			8		75	A							8	9		115	A			3			8	9	155	A													8			
36	A							4	5	6	8	76	A	1		4					8		116	A			2	4	5		8		156	A												3		8	9	
37	A	2	4	5						8		77		2									117	A			2	3		6	8	9	157	A												3	4	6	8	9
38	A							4	6	8	9	78		1		4	6			8	9		118	A			2	4	5		8		158	A													5	6	8	
39	A									8	9	79	A			3	4				8	9		119			2			8		159	A													2	4	6	8	9
40	A								7	8		80	A			4				8			120	A	1		4			8		160	A													4	5	6	8	9

Fuente: Elaboración Propia.

El cálculo de las rutas más probables se muestra a continuación:

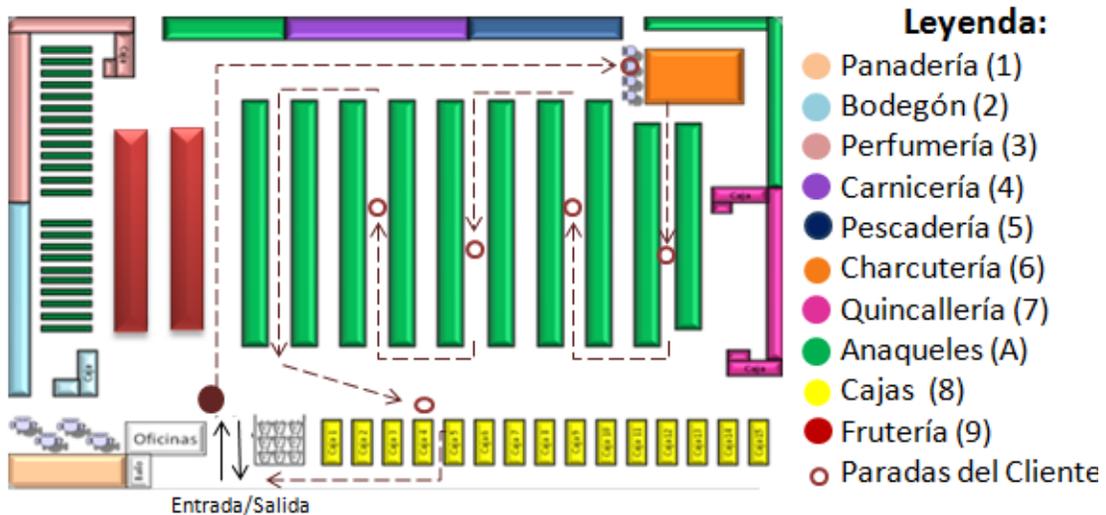
Tabla 15. Rutas más probables

Cliente	Rutas	Probabilidad
1	6A8	9%
2	96A8	4%
3	1A48	4%
4	A98	16%
5	4A68	9%
6	5A98	7%
7	5A468	7%
8	9A648	7%
9	A8	15%
10	4A8	10%
11	298	3%
12	3A8	3%
13	7A8	3%
		100%

Fuente: Elaboración Propia.

Los recorridos de los clientes dentro del sistema, de acuerdo con las rutas más probables, se pueden observar en los siguientes diagramas.

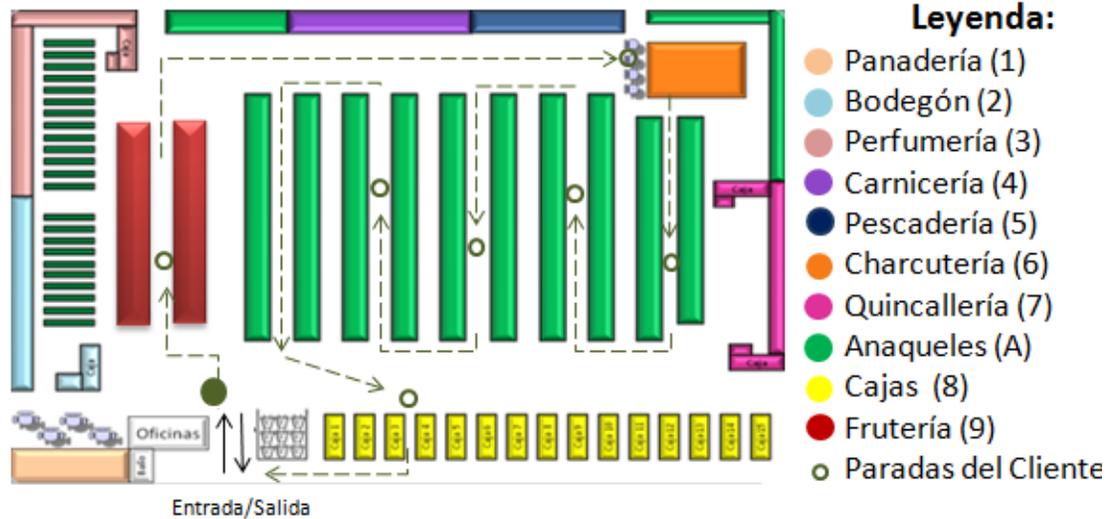
Cliente 1: Charcutería-Anaqueles-Cajas



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 18 Diagrama de recorrido cliente 1

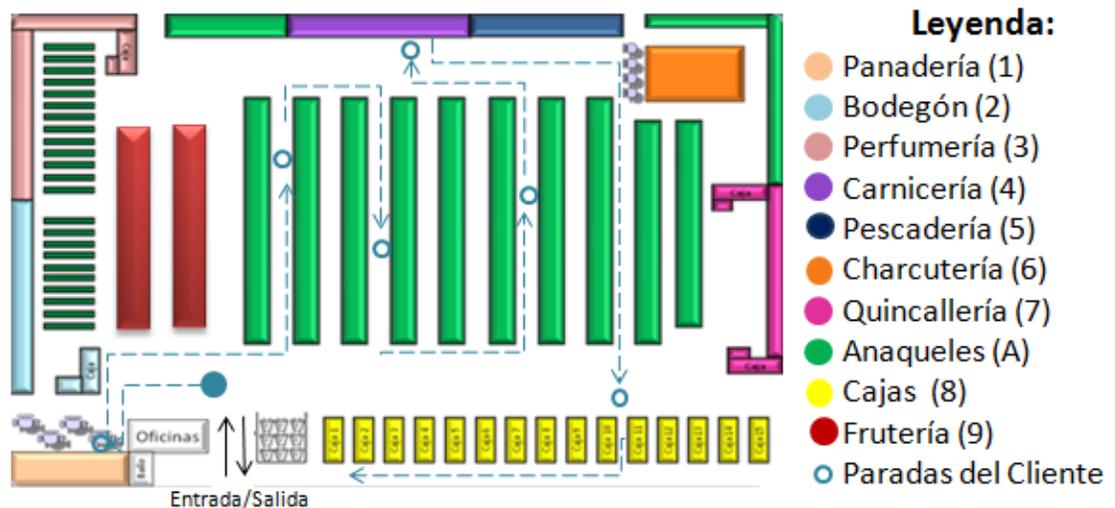
Cliente 2: Frutería-Charcutería-Anaqueles-Cajas



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 19 Diagrama de recorrido del cliente 2.

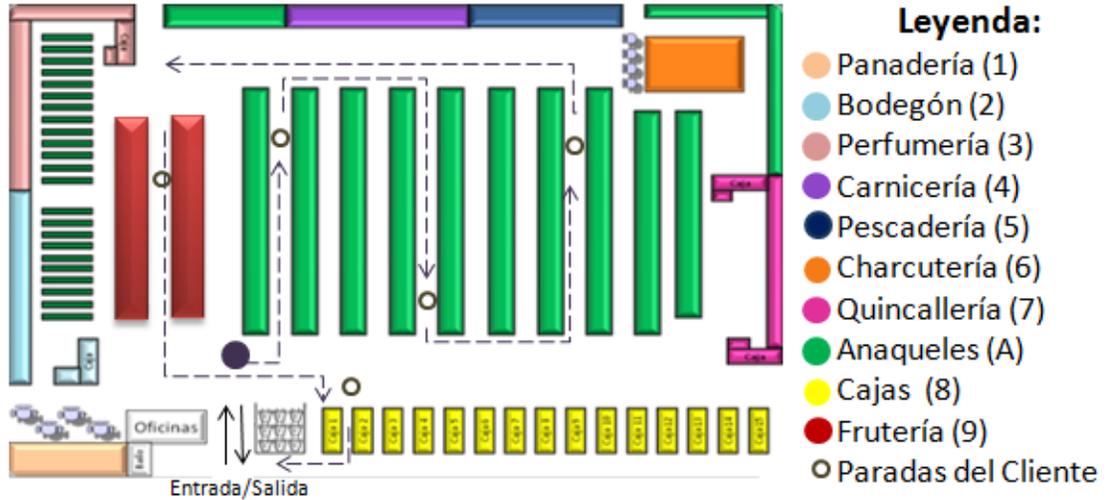
Cliente 3: Panadería-Anaqueles-Carnicería-Cajas



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 20. Diagrama de recorrido cliente 3

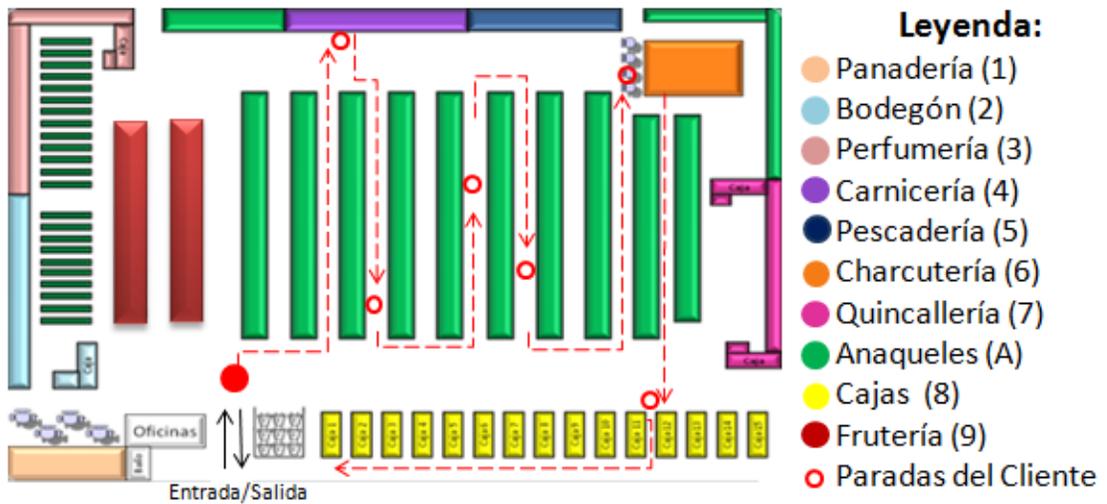
Cliente 4: Anaqueles-Frutería-Cajas



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 21. Diagrama de recorrido cliente 4

Cliente 5: Carnicería- Anaqueles-Charcutería-Cajas



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 22. Diagrama de recorrido cliente 5



Para mejorar los problemas más críticos dentro del sistema se plantea la siguiente propuesta enfocada a aumentar el nivel de servicio, disminuir los recorridos y mejorar las operaciones.

V.1 Construcción de un modelo de simulación que relaciona nivel de servicio y disminución de costos de mano de obra.

Consideraciones para la construcción del Modelo:

- Sólo funcionan ocho (8) cajeros por cada turno.
- Existen dos (2) cajas rápidas, es decir admiten un máximo de 10 artículos, y en una de ellas la forma de pago es sólo, efectivo.
- Cuando un cliente comienza a realizar la cola en un cajero, no se cambia a otra.
- Se simularan sólo las rutas más probables, en total 13 rutas.
- El comportamiento y tiempo de servicio es idéntico en todos los cajeros.
- El cliente sigue la ruta sin cambiar el orden, entre cada subsistema.

V.2 Actividades a simular:

En el modelo se plantea el recorrido de los clientes dentro del sistema:

Comienza con la llegada de clientes, se consideran tres turnos con diferentes tasas de llegada, luego toman las rutas más probables, y recorre cada subsistema, hasta que culmina. Se consideraron los subsistemas que tienen cajeros, y los tiempos de servicio, para los tres horarios.

Una vez que culmina el recorrido el cliente se dirige a los cajeros, en donde se simula una cantidad aleatoria de artículos, con la finalidad de saber si puede dirigirse a una caja rápida, luego de acuerdo a la probabilidad se determina la forma de pago del cliente. La condición para la caja rápida 1, es que sea menor de diez artículos y a su vez pague con efectivo. En el caso de la caja rápida 2, admite un máximo de 10 artículos y cualquier forma de pago. El 100% de las personas que cumplan estas condiciones irán a las cajas rápidas.



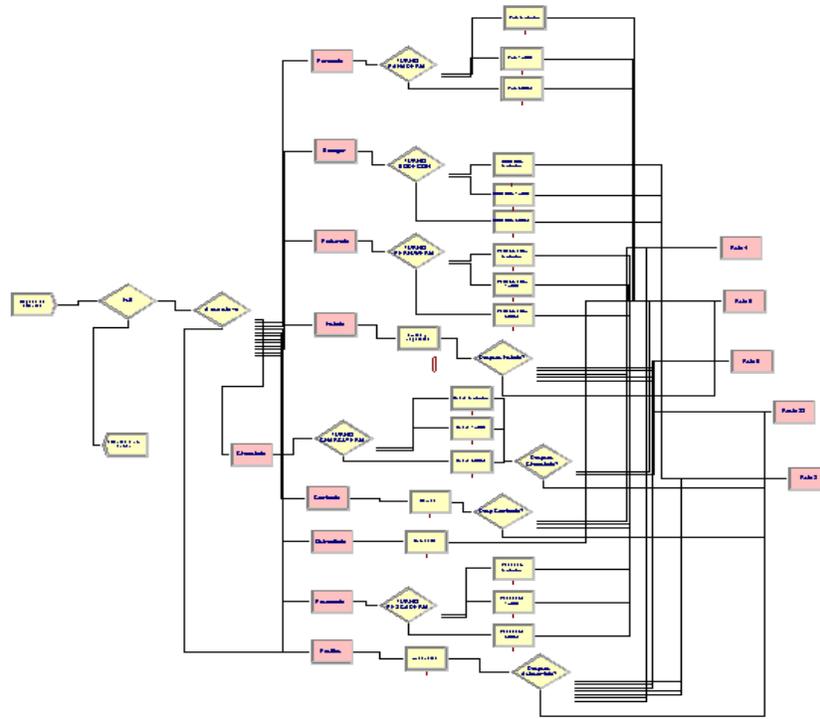
Cuando el cliente lleva más de 10 artículos, debe escoger entre las 6 cajas restantes, para ello utiliza el criterio de la menor cantidad de personas en cola. Una vez que el cliente es atendido por el cajero, sale del sistema.

Cabe destacar que las llegadas al sistema ocurren hasta las 8:00 p.m; sin embargo los subsistemas comienzan a cerrar a las 7:00 p.m, de manera de no tener clientes en cola acumulados a la hora de cerrar la entrada de clientes al sistema. Todos los clientes que se encuentran dentro del sistema son atendidos.

La lógica para seleccionar un cajero consiste en seleccionar aquel que tenga la menor cantidad de personas en cola.

Se colocan condiciones para los clientes que no terminan por entrar al sistema, al ver muchos clientes en cola, los clientes deciden irse y no comprar, consiste en sumar la cantidad de clientes en cada cola, si esto es superior a 50 clientes en cola, las personas abandonan.

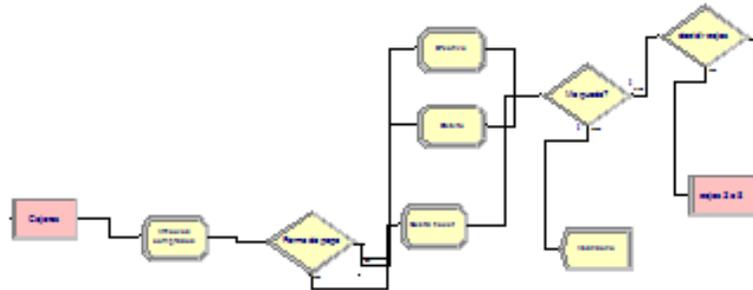
Otra condición está basada en la cantidad personas que dejan mercancía, esto puede ocurrir por distintas causas, ya sea por falta de capital, fallas en el banco de origen o punto de venta, o por la cantidad de personas en cola, se tomará una probabilidad del 20%, bajo una condición que depende de la cantidad de clientes en cola.



Fuente: Arena 10.0

Figura 23. Modelo del recorrido del cliente en el sistema

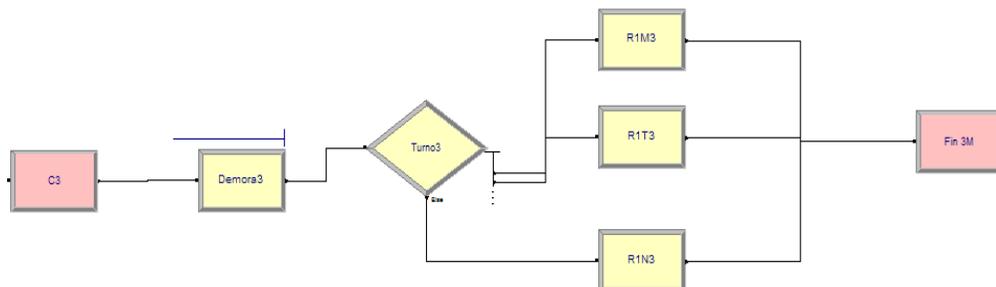
Comienza con la llegada de clientes, aleatoria y que cambia de acuerdo al horario. Luego el cliente debe decidir si entra al sistema, o se va sin comprar, esto lo hace por la cantidad de personas en cola, si decide entrar procede a seleccionar una ruta, por probabilidad, en donde la sigue sin cambiar de orden, en esta ruta se consideran los tiempos en cada subsistema, ya sean de autoservicio, o en donde deba esperar por ser atendido. Durante cada horario los tiempos de servicio varían, por esta razón se colocan decisiones para preguntar por el tiempo actual de la simulación, y escoger ya sea el cajero de la mañana, tarde o noche. El último nodo lo envía directamente a la asignación de los artículos y forma de pago.



Fuente: Arena 10.0

Figura 24 Lógica para asignar el número de artículos y forma de pago.

En esta lógica se le asigna al cliente de manera aleatoria la cantidad de artículos, esto para decidir si va a una caja rápida, luego selecciona una forma de pago, por medio de probabilidades, su próxima decisión será si va a llevar todos los artículos, o si este cliente dejará artículos, sino continúa hacia las cajas. Una vez que pasa a seleccionar las cajas existe un modulo en donde se coloca el criterio de selección: la mínima cantidad de personas en cola.



Fuente: Arena 10.0

Figura 25 Lógica para la selección del cajero.



La selección del cajero está basada en el horario, el cliente realiza la cola y al momento de ser servido, se verifica en que turno se encuentra y es atendido por el cajero que le corresponda ese turno, con su respectivo tiempo de servicio.

Cálculo de la muestra

En una prueba piloto de 15 corridas, el valor de $p = 0.4741$, con $k = 1.96$ y con una precisión del 5%, se obtiene que el tamaño de la muestra $n = 1.635$ replicas. Con este número de corridas se admite un error de entre 5% y 10%.

Salidas de interés del modelo

- Tiempo total promedio del cliente en cada subsistema.
- Tiempo en cola promedio por cada cajero.
- Número promedio de clientes atendidos durante cada turno.
- Porcentaje de utilización del sistema.
- Tiempo promedio total en el sistema por entidad.
- Número promedio de clientes atendido por subsistema.
- Cantidad promedio de clientes que no entran al sistema.
- Cantidad promedio de clientes que dejan mercancía.
- Número promedio de personas en cola.

V.3 Verificación y validación del modelo

Para validar y verificar el modelo se realizan varias corridas, para determinar que no existen problemas de programación, para luego realizar un contraste estadístico en donde los resultados del modelo se ajusten a los datos muestrales.

Prueba de Hipótesis aplicada:

$$H_0: \mu = \bar{X}$$

$$H_1: \mu \neq \bar{X}$$



Variable: Tiempo en Cola

Turno: Mañana.

Dada la media de los resultados 7.01 y una desviación típica de 2.23, el estadístico t calculado es igual a 1.52. Puesto que el p-valor para el test es superior o igual a 0.05, la hipótesis nula no puede rechazarse para el 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores se encuentran entre 6.56 y 7.45 minutos.

Tabla 16. Resultados prueba de hipótesis (Mañana)

Prueba de Hipotesis	
Media	7.01
Desviacion Estandar	2.23
Tamaño de la Muestra	100
Intervalo (95%)	[6.56;7.45]
Estadístico t calculado	1.52
p-valor	0.1305

Fuente: Statgraphics Plus 5.1

Turno: Tarde.

El análisis de los resultados para el turno de la tarde, se muestran en la tabla 17. Dada una muestra de 100 datos, con una media de 14.62, el p-valor calculado es 0.1054, mayor a 0.05, lo que da una confianza del 95%, de no rechazar la hipótesis nula y en donde el intervalo muestra que los valores de la media se encuentran entre 14.01 y 15.22 minutos.

Tabla 17. Resultados prueba de hipótesis (Tarde).

Prueba de Hipotesis	
Media	14.62
Desviacion Estandar	3.06
Tamaño de la Muestra	100
Intervalo (95%)	[14.0128;15.2272]
Estadístico t calculado	-1.63399
p-valor	0.105438

Fuente: Statgraphics Plus 5.1



Turno: Noche.

Este análisis muestra los resultados de realizar el contraste de hipótesis referente a la media, dada una muestra de 100 réplicas, con una media de 23.788 y una desviación típica de 5.12, el estadístico t calculado es igual a -0.859788. Puesto que el p-valor para el test es superior a 0.05, la hipótesis nula no puede ser rechazada, con un nivel de confianza del 95%. El intervalo de confianza muestra que los valores de la media soportada por los datos se encuentran entre 19.47 y 25.48 minutos.

Tabla 18. Resultados Prueba de Hipótesis (Noche).

Prueba de Hipotesis	
Media	23.78
Desviacion Estandar	5.12
Tamaño de la Muestra	100
Intervalo (95%)	[19.4799;25.4801]
Estadistico t calculado	-0.859788
p-valor	0.391983

Fuente: Statgraphics Plus 5.1

Se puede concluir con los resultados de las pruebas estadísticas, que el modelo es una representación correcta de la realidad, y puede ser utilizado como base para las nuevas propuestas.

V.4 Resultados del Modelo de Simulación

Los resultados que se obtienen después de realizar las corridas necesarias, con el modelo actual se muestran a continuación



Tabla 19. Tiempo total promedio del cliente en cada subsistema.

Subsistema	Tiempo Total por entidad (min)	
	Tarde	Noche
Autoservicio	13.9010	13.8700
Carniceria	3.1192	3.0600
Bodegon	0.7070	0.6864
Charcuteria	8.0906	4.5092
Caja 1	2.3497	5.3780
Caja 2	7.8407	23.8182
Caja 3	17.5121	30.9197
Caja 4	16.8753	30.0028
Caja 5	16.5116	28.5608
Caja 6	22.8657	27.1555
Caja 7	15.9246	25.3726
Caja 8	16.1506	23.9428
Fruteria	4.5482	4.3594
Panaderia	4.6204	4.4522
Perfumeria	3.8298	1.5859
Pescaderia	2.0595	2.0253
Quincalleria	1.7988	1.5609

Fuente: Arena 10.0

El tiempo total promedio en cada subsistema, se muestra en la tabla 19, para cada turno del día. En global el tiempo total por entidad es de: mañana: 23.86, tarde: 34.60 y noche: 42.61 minutos. Para toda la jornada se observa que un cliente espera 35.37 minutos.

Los tiempos en cola en cada subsistema se muestran en la tabla 20. Para cada turno de la jornada.

Tabla 20. Tiempos en Cola promedio por cajero.

Subsistema	Tiempo en cola (min)	
	Tarde	Noche
Caja 1	2.3497	5.3780
Caja 2	7.8407	20.9582
Caja 3	17.5121	27.9397
Caja 4	16.8753	26.0508
Caja 5	16.5116	24.8955
Caja 6	22.8657	23.2826
Caja 7	15.9246	22.1128
Caja 8	16.1506	27.3028

Fuente: Arena 10.0



Durante el turno de la mañana el tiempo promedio en los cajeros es de 7.23, en la tarde es de 14.5 minutos y el último turno 22.24 minutos. El tiempo que tarda un cliente en cola, influye en la eficiencia del sistema y en la cantidad de clientes que pueden atender. Durante todo el día el promedio del tiempo de espera es de 26.22 minutos.

Número promedio de clientes atendidos en el sistema:

La cantidad de clientes que puede atender el sistema, depende del tiempo de servicio, mientras más se tarden en atender a un cliente, menor será ser el flujo a través de este cajero. Esto define la capacidad real del sistema, durante la tarde logran atender en promedio a 129 personas, y durante el turno de la noche en el sistema se atienden a 233 personas. Durante todo un día el supermercado atiende en promedio a 594 clientes.

Porcentaje de utilización del sistema

Cada cajero tiene un porcentaje de utilización, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Utilización cajero } (i) = \frac{N^{\circ} \text{ Clientes atedidos por el cajero } (i)}{N^{\circ} \text{ total de clientes atendidos sistema}}$$

A continuación se puede ver el porcentaje de utilización de cada cajero durante ambos turnos: durante la tarde el promedio del porcentaje es del 33.11% y para la noche es de un 18.52%, esto se debe a que la cantidad de clientes atendidos durante la tarde es mayor a los que se atienden durante la noche. Durante todo el día el promedio del porcentaje de utilización es 62.1%



Tabla 21. Porcentaje de utilización del sistema

Recurso	% Utilización	
	Tarde	Noche
Caja 1	10.20%	7.78%
Caja 2	34.70%	20.26%
Caja 3	55.42%	28.08%
Caja 4	45.47%	23.71%
Caja 5	37.07%	20.51%
Caja 6	32.54%	17.81%
Caja 7	26.29%	15.80%
Caja 8	23.17%	14.21%
Promedio	33.11%	18.52%

Fuente: Arena 10.0

Tabla 22. Número promedio de clientes atendidos en cada subsistema.

Subsistema	Clientes			
	Tarde		Noche	
	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo
Autoservicio	69	409	69	172
Carnicería	18	112	17	41
Bodegón	5	16	3	4
Charcutería	6	32	8	11
Frutería	10	96	12	31
Panadería	5	18	5	5
Perfumería	4	15	3	4
Quincallería	2	23	3	7

Fuente: Arena 10.0

La cantidad de clientes atendidos en cada subsistema, depende de la llegada de clientes, y del tiempo de servicio, pues mientras el tiempo sea mayor, menor será la cantidad de personas se podrán atender durante la jornada, mas aun en aquellos subsistemas que tengan un cajero.



Número promedio de clientes que no entran al sistema:

Existe una cantidad de clientes, que al ver muchas personas en cola, deciden no realizar sus compras y se van, esta cantidad durante el turno de la tarde es un promedio de 122 clientes, y durante el turno de la noche 264 clientes.

Número promedio de clientes que dejan mercancía:

Son clientes que abandonan, luego de realizar el mercado, por esto se dice que dejan mercancía, según las muestras un cliente deja en promedio 7 artículos. Durante la tarde esta cantidad es 30 clientes, y en la noche 54 clientes. Esto implica reubicar 11 carritos de mercancía en durante la tarde y 19 carritos durante la noche.

Número promedio de clientes en cola:

Esta es la cantidad promedio de personas en cola por cajero, en un instante dado, durante el turno de la tarde es de 10 clientes y en la noche hay en promedio 13 personas en cola por cajero.

Escenario 1:

La propuesta está basada en optimizar la capacidad del sistema, disminuyendo los tiempos de espera en los cajeros, por medio de la centralización de las colas, se colocan colas centralizadas, para las cajas rápidas, y otras dos colas cada una para un set de tres cajeros. A continuación se muestran los resultados:



Tabla 23. Tiempo total promedio del cliente en cada subsistema (Escenario 1)

Subsistema	Tiempo total por entidad (min)	
	Tarde	Noche
Autoservicio	13.9522	13.6408
Carniceria	4.4736	4.3760
Bodegon	1.3596	1.1878
Charcuteria	7.9712	13.0157
Cola Central 1 (Rapidas)	1.4690	7.1571
Cola Central 2	9.7733	20.3783
Cola Central 3	9.6135	19.6282
Fruteria	4.5091	4.3349
Panaderia	1.3381	4.7545
Perfumeria	2.8598	3.9108
Pescaderia	2.8598	3.0523
Quincalleria	3.8475	3.6793

Fuente: Arena 10.0

El tiempo total promedio que invierte un cliente dentro del sistema, realizando sus compras es: en la tarde, 26.69 minutos y durante la noche es: 37.25 minutos, esto representa una reducción de 22.86% y 12.37% menos, respectivamente.

Tabla 24. Tiempo promedio en cola por subsistema (Escenario 1)

Subsistema	Tiempo en cola (min)	
	Tarde	Noche
Bodegon	0.0264	0.0089
Charcuteria	0.0465	0.1225
Cola Central 1 (Rapidas)	1.4690	7.1571
Cola Central 2	9.7733	20.3783
Cola Central 3	9.6135	19.6282
Panaderia	0.0640	0.3265
Perfumeria	0.2845	0.2887
Quincalleria	0.2289	0.0977

Fuente: Arena 10.0

Con la propuesta se logran disminuir los tiempos en cola promedio por cliente, durante la tarde se disminuye a un promedio de 9.69 minutos, esto es una reducción del 33.21%. Durante el turno de las 4:00 a las 8:00 p.m., el tiempo promedio se



reduce a 15.72 minutos; esto es un 29.31% menos. Con respecto a las cajas rápidas, se disminuye el tiempo entre ambas cajas en un 61.92% durante la tarde, y en la noche se reduce el tiempo a un 50,24%.

Número promedio de clientes atendidos:

Con la propuesta al disminuir los tiempos en cola se logran atender 33% más, esto es un total de 172 clientes, y durante la noche hay un aumento del 30.43%, logrando atender, 304 clientes. Durante toda la jornada se logra atender 690 clientes.

Porcentaje de utilización:

Tabla 25. Porcentaje de utilización (Escenario 1)

Recurso	% Utilización	
	Tarde	Noche
Caja 1	15.62%	13.94%
Caja 2	16.11%	15.30%
Caja 3	31.77%	23.64%
Caja 4	31.04%	23.03%
Caja 5	30.85%	22.27%
Caja 6	17.27%	15.84%
Caja 7	17.82%	16.25%
Caja 8	17.59%	16.04%
Promedio	22.26%	18.29%

Fuente: Arena 10.0

El porcentaje de utilización depende de la cantidad de personas que puedan atender durante el turno, al disminuir los tiempos, pueden atender mayor cantidad de personas, y por ende el porcentaje de utilización de cada cajero disminuye.



Tabla 26. Número promedio de clientes atendidos en cada subsistema (Escenario 1)

Subsistema	Clientes			
	Tarde		Noche	
	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo
Autoservicio	117	304	86	197
Carnicería	29	86	20	48
Bodegón	5	20	4	13
Charcutería	14	42	10	30
Frutería	21	69	15	35
Panadería	6	23	5	15
Perfumería	5	15	4	14
Quincallería	5	16	4	10
Pescadería	20	66	14	32

Fuente: Arena 10.0

Número promedio de clientes que no entran al sistema:

Con la propuesta se consigue mejorar este indicador de la eficiencia del sistema, durante la tarde, el promedio de clientes que no entran ahora es de: 74 clientes, y durante la noche, es de 90 clientes. Esto representa una mejora de un 39.34% durante para la tarde y en la noche mejora en un 65.90%.

Número promedio de clientes que dejan mercancía:

La cantidad de clientes que dejan mercancía con la propuesta durante la tarde es en promedio 12, lo que representa una disminución del 60% y en el turno de la noche, la cantidad disminuye a 11 clientes, esto es un 79.62% menos.

Número promedio de clientes en cola:

Al agregar los cajeros disminuya el tiempo en cola, por ende la cantidad de persona en cola, será menor, durante la tarde el promedio en cola es de 5, y en el turno de la noche pasa a 8 personas en cola/cajero, un 20% y un 61.53% menos, respectivamente.



Nivel de servicio:

Al disminuir los tiempos en cola, se consigue aumentar el nivel de servicio del sistema, este a su vez depende del tiempo máximo que un cliente está dispuesto a esperar, durante la tarde el tiempo en cola disminuye a 9.69 minutos/cliente y durante la noche es de 15.72 minutos/cliente, lo que implica un nivel de servicio del 94% y 81%, respectivamente.

Escenario 2:

Es este escenario se quiere probar eliminando la lógica de las cajas registradoras rápidas, trabajando como los demás cajeros, admiten cualquier forma de pago y cantidad de artículos. Esto quiere decir que el sistema quedaría con 8 cajeros disponibles, en iguales condiciones. A su vez se centralizan las colas en sets de una cola cada dos canales de servicio.

Tabla 27. Tiempo total promedio del cliente en cada subsistema (Escenario 2)

Subsistema	Tiempo Total (min)	
	Tarde	Noche
Autoservicio	13.97	13.8700
Carniceria	3.0392	3.0477
Bodegon	1.2190	0.6934
Charcuteria	8.0111	4.6024
Caja 1	9.5235	21.5600
Caja 2	17.2839	29.4600
Caja 3	14.5972	25.5500
Caja 4	13.6728	23.9700
Caja 5	12.7911	22.6200
Caja 6	16.8505	21.3300
Caja 7	11.1985	21.7900
Caja 8	10.5412	21.1900
Fruteria	4.4700	4.3771
Panaderia	1.2533	4.7558
Perfumeria	3.3300	1.5423
Pescaderia	3.0096	2.0770
Quincalleria	1.4462	1.5479

Fuente: Arena 10.0



El tiempo total promedio que invierte un cliente dentro del sistema, realizando sus compras es: en la tarde, 22.06 minutos y durante la noche es: 32.40 minutos, esto representa una reducción de 36.24% y 23.96% menos, respectivamente.

Tabla 28. Tiempo promedio en cola por subsistema (Escenario 2)

Subsistema	Tiempo en cola (min)	
	Tarde	Noche
Bodegon	0.0180	0.0046
Charcuteria	0.0104	0.0046
Caja 1	9.5235	21.5620
Caja 2	14.3450	26.4808
Caja 3	12.2069	23.7033
Caja 4	11.6163	23.1851
Caja 5	11.1047	21.7535
Caja 6	15.6173	20.6829
Caja 7	10.1174	19.5774
Caja 8	9.5973	19.5976
Panaderia	0.0267	0.3078
Perfumeria	0.2453	0.0514
Quincalleria	0.0367	0.0212

Fuente: Arena 10.0

Con la propuesta se logran disminuir los tiempos en cola promedio por cliente, durante la tarde se disminuye a un promedio de 11.76 minutos, esto es una reducción del 47 %. Durante el turno de las 4:00 a las 8:00 p.m., el tiempo promedio se reduce a 22.06 minutos; esto es un 36.24% menos.

Número promedio de clientes atendidos:

Con la propuesta al disminuir los tiempos en cola se logran atender 3.87% más, esto es un total de 124 clientes, y durante la noche hay un aumento del 15.57 %, logrando atender, 276 clientes.



Porcentaje de utilización:

Tabla 29. Porcentaje de utilización (Escenario 2)

Recurso	% Utilización	
	Tarde	Noche
Caja 1	32.29%	24.28%
Caja 2	41.32%	28.63%
Caja 3	26.45%	21.37%
Caja 4	20.52%	18.86%
Caja 5	16.82%	16.56%
Caja 6	15.20%	14.91%
Caja 7	13.42%	13.67%
Caja 8	12.52%	12.70%
Promedio	22.32%	18.87%

Fuente: Arena 10.0

Tabla 30. Número promedio de clientes atendidos en cada subsistema (Escenario 2)

Subsistema	Clientes			
	Tarde		Noche	
	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo
Autoservicio	95	208	74	159
Carnicería	23	60	18	49
Bodegón	4	13	3	10
Charcutería	11	28	8	29
Frutería	17	48	13	36
Panadería	5	12	4	13
Perfumería	3	10	3	13

Fuente: Arena 10.0

Número promedio de clientes que no entran al sistema:

Con la propuesta se consigue mejorar este indicador de la eficiencia del sistema, durante la tarde, el promedio de clientes que no entran ahora es de: 106 clientes para la tarde, y durante la noche, es de 159 clientes. Esto representa una mejora de un 13.11% durante para la tarde y en la noche mejora en un 39.77%.



Número promedio de clientes que dejan mercancía:

La cantidad de clientes que dejan mercancía con la propuesta durante la tarde es en promedio 18, lo que representa una disminución del 40% y en el turno de la noche, la cantidad disminuye a 35 clientes, esto es un 35.19% menos.

Número promedio de clientes en cola:

Al agregar los cajeros disminuya el tiempo en cola, por ende la cantidad de persona en cola, será menor, durante la tarde el promedio en cola es de 6, y en el turno de la noche pasa a 10 personas en cola/cajero, un 40% y un 23% menos, respectivamente.

Nivel de servicio:

Al disminuir los tiempos en cola, se consigue aumentar el nivel de servicio del sistema, este a su vez depende del tiempo máximo que un cliente está dispuesto a esperar, durante la tarde el tiempo en cola disminuye a 11.76 minutos/cliente y durante la noche es de 22.06 minutos/cliente, lo que implica un nivel de servicio del 87% y 62%, respectivamente.

Selección del mejor escenario:

El criterio para seleccionar el mejor escenario, es el nivel de servicio, comparando entre ambos la mejor propuesta es la N° 1.

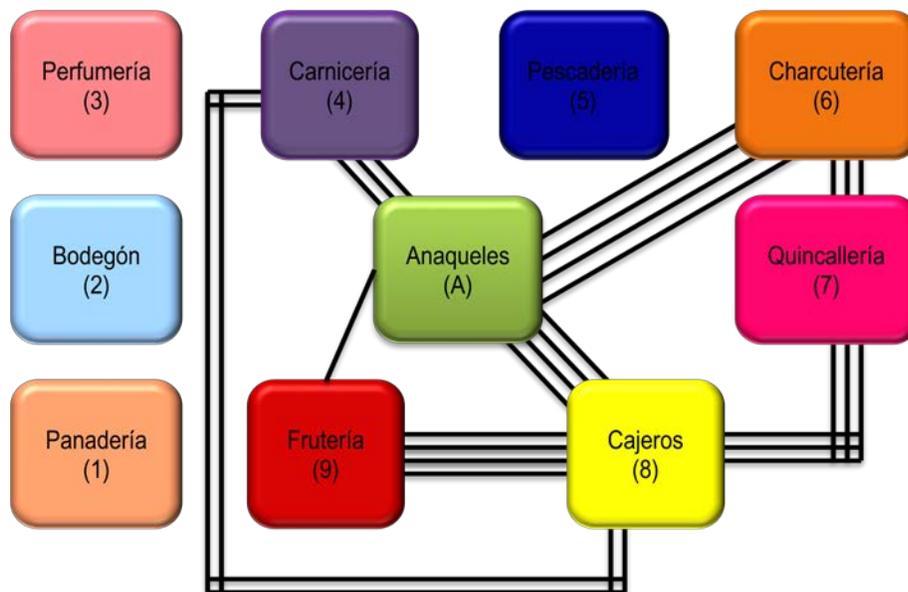
V.5 Distribución del almacén

Se desea considerar tanto el flujo de clientes como las actividades relacionadas, en el siguiente diagrama REL (Figura 27), se muestran las relaciones entre cada uno de los Subsistemas, conectados por un número de líneas que indican la importancia entre la relación. Rotaremos los subsistemas hasta obtener las relaciones más apropiadas para el recorrido de los clientes. En la propuesta del modelo de simulación, se refleja el rediseño del almacén que se propone.

Valor	Relación	Leyenda
A	Proximidad absolutamente necesaria	=====
E	Aproximación especialmente importante	=====
I	Aproximación importante	=====
O	Aproximación normal	
U	Proximidad sin importancia	
X	Proximidad no recomendable	~~~~~

Fuente: Gomez E. (1993)

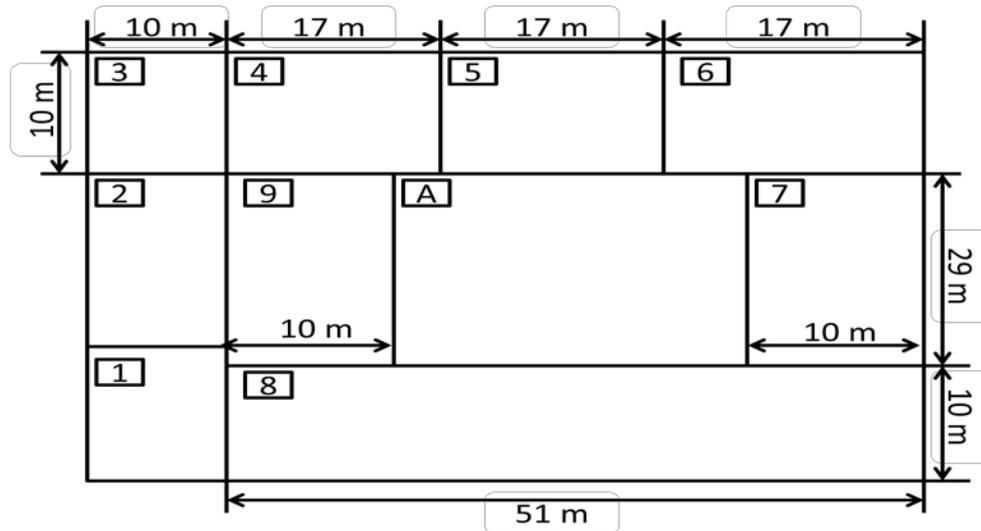
Figura 26. Relación entre los subsistemas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Diagrama de actividades Relacionadas (REL)

Considerando un área de $(51 \times 49)\text{m}^2 = 2.499 \text{ m}^2$, se hace una distribución inicial.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 28. Distribución inicial de los subsistemas.

Se procede a construir una matriz distancia para esta asignación, tomando la distancia rectilínea entre los centros de cada subsistema, es decir, $d_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j|$

Tabla 31. Matriz Distancia

		MATRIZ DISTANCIA									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
1											
2											
3											
4									56		40
5											
6										53.5	37.5
7											
8										19.5	19.5
9											20.5
A											

Fuente: Elaboración propia.

Si asumimos que en un día entran 100 clientes, podemos hacer una matriz de carga. (Tabla 32).



Tabla 32. Matriz de Carga (visitas/día)

		MATRIZ CARGA									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
1											3
2										3	
3											3
4							3		7		10
5											3
6					7				3		7
7											3
8											100
9							3		33		7
A					6		7		41	30	

Fuente: Elaboración propia.

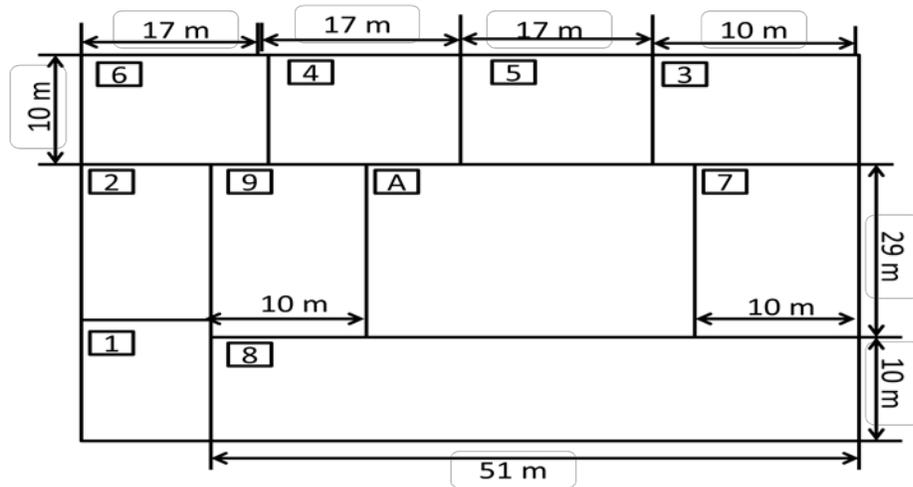
Construimos una matriz de carga-distancia. (Tabla 33)

Tabla 33. Matriz Carga-distancia (Visitas/día*m)

		MATRIZ CARGA-DISTANCIA										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	TOTAL
1												
2												
3												
4									392.00		400.00	792.00
5												
6									5,350.00		262.50	5,612.50
7												
8									643.50	1,950.00		2,593.50
9										1,988.50		1,988.50
A												
TOTAL									392.00	5,993.50	4,601.00	10,986.50

Fuente: Elaboración propia.

Se pueden buscar otras alternativas. Para ello se tomaron en cuenta los mayores valores de carga por distancia, mostrados en la tabla 33, en ella podemos observar que la relación entre los subsistemas 6-9 (Charcutería-Frutería), tiene el mayor valor. En la figura 29 se muestra el nuevo arreglo para la distribución de los subsistemas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29. Propuesta de distribución de los subsistemas.

Se construye una matriz distancia para este arreglo, como se muestra en la tabla 34

Tabla 34. Matriz distancia de la propuesta

		MATRIZ DISTANCIA									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
1											
2											
3											
4									56		40
5											
6										29.5	29.5
7											
8										19.5	19.5
9											20.5
A											

Fuente: Elaboración propia.

Se construye nuevamente la matriz carga distancia del arreglo como se muestra en la tabla 35.



Tabla 35. Matriz carga-distancia de la propuesta.

		MATRIZ CARGA-DISTANCIA										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A TOTAL	
1												
2												
3												
4									392.00		400.00	792.00
5												
6										2,950.00	206.50	3,156.50
7												
8										643.50	1,950.00	2,593.50
9											1,988.50	1,988.50
A												
TOTAL									392.00	3,593.50	4,545.00	8,530.50

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar el valor total obtenido con el arreglo es menor al original. Se obtiene una mejor distribución del sistema, al cambiar la posición de la charcutería y colocarla más cercana a la frutería, considerando el flujo de los clientes en ambos subsistemas.

V.6 Mejora de las operaciones

Actualmente cuentan con 8 operadores dispuestos para la reubicación de productos. De los cuales, 4 trabajan durante la mañana (8:00 a.m. - 1:00 p.m.) y los 4 restantes trabajan en el segundo turno, (1:00 p.m. a 9:00 p.m.).

El método de trabajo comienza con la recolección de la mercancía dejada en caja y por los pasillos, luego se clasifican los artículos de acuerdo al pasillo o anaquel en el que se ubican y por último son llevados a sus respectivos anaqueles, en cada pasillo. La actividad se repite 10 veces al día. Un cliente que abandona deja 7 artículos, en el modelo de simulación se observan la cantidad de personas que abandonan el sistema, y permite hacer la estimación y fundamentar esta propuesta.

Actividades y tiempos de operación:

- Recolectar productos (Recolectar/Esperar), se refiere a esperar a tener suficiente producto, que corresponda a cada pasillo, pueden ser artículos dejados en el área de los cajeros o que dejan los clientes en otros pasillos.



- El espacio destinado para la recolección y clasificación de los artículos, es el último pasillo (9), por la poca afluencia de clientes. Allí colocan 9 carritos, correspondientes a los 9 pasillos del sistema, y clasifican cada artículo de acuerdo a su ubicación.
- Colocar por pasillo la cantidad de producto recolectado, se dirigen con el carrito al pasillo en cuestión y reubican el producto en su espacio, esta actividad la realizan 9 veces, una por cada pasillo.

A continuación se describen los diagramas de cuadrillas del método actual, para ambos turnos. Se desea determinar el tiempo de ciclo y la carga de trabajo de cada miembro de la cuadrilla, a fin de determinar la cantidad necesaria de operarios para realizar la actividad.



DIAGRAMA DE CUADRILLAS

Operación: Reubicación de productos

Fecha: 11/10/2011

Método: Actual (Mañana)

Dpto:	Cuadrilla: Grupo de 5 Operarios	Hecho por: El equipo de Investigación			
N°	DESCRIPCIÓN	A	B	C	D
1	Recolectar productos	4	4	4	4
2	Clasificar productos	4	4	4	4
3	Reubicar productos	4	4	4	4
4	Acumular Productos/Ocio	4	4	4	4
5	Descanso (1 hora)/Ocio	4	4	4	4
		4	4	4	4
		1	5	1	5
		1	5	1	5
		1	5	1	5
		2	5	2	5
		2	5	2	5
		2	5	2	5
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		5	1	5	1
		5	1	5	1
		5	1	5	1
		5	2	5	2
		5	2	5	2
		5	2	5	2
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		1	5	1	5
		1	5	1	5
		1	5	1	5
		2	5	2	5
		2	5	2	5
		2	5	2	5
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		5	1	5	1
		5	1	5	1
		5	1	5	1
		5	2	5	2
		5	2	5	2
		5	2	5	2
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3

Observaciones: Cada división = 5min

Operarios: A, B, C y D.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30. Diagrama de Cuadrilla (Mañana)



DIAGRAMA DE CUADRILLAS

Operación: Reubicación de productos

Fecha: 11/10/2011

Método: Actual (Tarde)

Dpto:	Cuadrilla: Grupo de 4 Operarios	Hecho por: El equipo de Investigación			
Nº	DESCRIPCIÓN	A	B	C	D
1	Recolectar productos	1	5	1	5
2	Clasificar productos	1	5	1	5
3	Reubicar productos	1	5	1	5
4	Acumular Productos/Ocio	2	5	2	5
5	Descanso (1 hora)/Ocio	2	5	2	5
		2	5	2	5
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		5	1	5	1
		5	1	5	1
		5	1	5	1
		5	2	5	2
		5	2	5	2
		5	2	5	2
		5	2	5	2
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		1	5	1	5
		1	5	1	5
		1	5	1	5
		2	5	2	5
		2	5	2	5
		2	5	2	5
		2	5	2	5
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		5	1	5	1
		5	1	5	1
		5	1	5	1
		5	2	5	2
		5	2	5	2
		5	2	5	2
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		3	3	3	3
		1	5	1	5
		1	5	1	5
		1	5	1	5
		2	5	2	5
		2	5	2	5
		2	5	2	5

Observaciones: Cada división = 5min

Operarios: A, B, C y D.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 31. Diagrama de cuadrilla (Tarde)

A partir del diagrama se obtiene, para ambos turnos (mañana y tarde) que el tiempo de ciclo es de 90min y cada trabajador tiene un 66% de ocupación.

Con el objetivo de encontrar la mejor combinación del número de operadores, que logre un nivel de ocupación mayor y justifique la inversión realizada, se plantea el siguiente arreglo para ambos turnos de trabajo:

Utilizar sólo dos operarios en cada turno, realizando las mismas actividades. A continuación se muestran los diagramas de cuadrillas, de la propuesta.



DIAGRAMA DE CUADRILLAS

Operación: Reubicación de productos

Fecha: 11/10/2011

Método: Propuesto (Mañana)

Dpto:

Cuadrilla: Grupo de 2 Operarios

Hecho por: El equipo de
Investigación

Nº	DESCRIPCIÓN	A	B
1	Recolectar productos	4	4
2	Clasificar productos	4	4
3	Reubicar productos	4	4
4	Acumular	4	4
5	Descanso (1 hora)	4	4
		4	4
		1	1
		1	1
		1	1
		1	1
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		5	3
		5	3
		5	3
		5	3
		3	5
		3	5
		3	5
		3	5
		1	1
		1	1
		1	1
		1	1
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		5	3
		5	3
		5	3
		5	3
		3	5
		3	5
		3	5
		3	5
		1	1
		1	1
		1	1
		1	1
		2	2



Observaciones: Cada división = 5min

Operarios: A y B.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Diagrama de cuadrilla del método propuesto (Mañana)



DIAGRAMA DE CUADRILLAS

Operación: Reubicación de productos Fecha: 11/10/2011
Método: Propuesto (Tarde)
Hecho por: El equipo de Investigación

Dpto: Cuadrilla: Grupo de 2 Operarios

Nº	DESCRIPCIÓN	A	B
1	Recolectar productos	4	4
2	Clasificar productos	4	4
3	Reubicar productos	4	4
4	Acumular	4	4
5	Descanso (1 hora)	4	4
		4	4
		1	1
		1	1
		1	1
		1	1
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		5	3
		5	3
		5	3
		5	3
		3	5
		3	5
		3	5
		3	5
		1	1
		1	1
		1	1
		1	1
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		5	3
		5	3
		5	3
		5	3
		3	5
		3	5
		3	5
		3	5
		1	1
		1	1
		1	1
		1	1
		2	2

Observaciones: Cada división = 5 min Operarios: A y B.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. Diagrama de cuadrillas método propuesto (Tarde)

Con el método propuesto se logra disminuir el tiempo de ciclo a 80 minutos, con sólo dos operarios en ambos turnos, con una ocupación del 75%. La actividad se estandariza al realizarlas siempre en el mismo orden, por la misma cantidad de tiempo, equilibrando las cargas de trabajo entre los operarios.

V.7 Implementación de un programa de orden y limpieza

El mantenimiento de buenas condiciones de trabajo permite aumentar la eficiencia y utilización del espacio disponible. El desorden incrementa el tiempo improductivo. Para mantener el orden y limpieza en todas las áreas de la planta se hacen las siguientes recomendaciones:



- Disponer de sitios fijos para recolectar los productos, equipos y dispositivos reducirá el tiempo empleado en buscarlos. Así sabrán si están o no disponibles cuando sean necesarios. Los cajeros pueden colocar en un mismo sitio bolígrafo, punto de venta, calculadora y reducir las demoras en el servicio, etc.
- Decidir que necesitan, cantidad de carritos para dividir de una vez los artículos en cada pasillo, paños para limpiar los productos, etc.
- Organizar, tener un lugar para cada cosa, enumerar los carritos, colocar etiquetas que permitan identificar los productos que van en cada pasillo, con mayor facilidad, por ejemplo: pasillo 3 (harina pan, café, leche, arroz), así un empleado novato, puede realiza el trabajo con mayor facilidad, e inclusive dejar que los clientes lo hagan, y coloque allí los artículos que no quieren comprar.
- Informar, un sistema de información en cada pasillo, actualizado y visible, que permita al cliente moverse con mayor facilidad, e identificar correctamente cada subsistema. Si un cliente busca mermelada, puede haber una señal o aviso que indique que el producto se encuentra en el pasillo 2, y así no tiene que recorrer todo el supermercado buscando los productos. Esto aplica también para la colocación de los precios en anaqueles, pues no se consiguen precios correctos, ni es posible identificar con facilidad el precio de un producto.
- Mantener un lugar para cada cosa, no mover constantemente los productos de un anaquel a otro, de esta manera acostumbrar al cliente a reconocer los puestos de cada artículo, evitar que al llegar un cliente que va buscando algo, no lo vea en su lugar regular y se pierda esta venta, porque piensa que no hay existencia.
- La limpieza es un aspecto importante con víveres y alimentos, mantenerla muestra una buena impresión del lugar. Es importante elaborar un horario de limpieza, fijo y que no interfiera con el tránsito de clientes en el sistema, debe evitarse realizar la limpieza en la hora pico del supermercado.



EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL ESCENARIO SELECCIONADO

Los beneficios que se logran con las propuestas se pueden considerar tangibles, ya se pudo comprobar la factibilidad técnica, en este capítulo se desea probar su factibilidad económica para justificar su aplicabilidad.

La propuesta presentada está basada en un modelo de simulación que permite incrementar el nivel de servicio y la capacidad del sistema, como consecuencia de esto, la mano de obra se reduce ya que se requieren menos trabajadores debido a la disminución de clientes desertores que dejan productos, por ello la cantidad de artículos a reubicar es menor. Se procede a realizar la evaluación con la mejor relación costo-beneficio.

V.8 Estimación de los costos:

Según la información suministrada por la gerencia del supermercado actualmente laboran un total de 35 cajeros para la rotación de los tres turnos, distribuidos entre el sistema de cajeros central y cada uno de los cajeros ubicados en los subsistemas, incluyendo el personal de supervisión. En el caso del personal de reubicación actualmente cuentan con 8 personas para realizar el trabajo, con la propuesta se necesitaran solamente 4. Se reduce la cantidad de personal a 39 trabajadores en total entre cajeros y personal de reubicación. (Ver Tabla 6, p.41)

El salario del personal que labora en la empresa es de un 20% más del salario mínimo; siendo un costo de 1.800 BsF por trabajador.

Adicionalmente, se toma en cuenta beneficios contractuales, tales como: utilidades (2 meses), vacaciones (2 meses) y antigüedad (2 meses). Sueldo anual 32.400BsF/año, es decir, 2.700BsF/mes.

$$\text{Número de Trabajadores} * \text{Salario Mínimo} = \text{Costo Mínimo}$$

$$\text{Actual:} \quad 43 \text{ Trabajadores} * \frac{2.700 \text{ BsF}}{\text{trabajador*mes}} = 116.100 \text{ BsF/mes}$$

$$\text{Propuesta:} \quad 39 \text{ Trabajadores} * \frac{2.700 \text{ BsF}}{\text{trabajador*mes}} = 105.300 \text{ BsF/mes}$$



V.9 Estimación de los Ingresos:

Para los ingresos se cuenta con la siguiente información:

Gasto promedio por Cliente:

$$\text{Gasto promedio} = \frac{180,96 \text{ bsf}}{\text{día}}$$

El número promedio de personas que se atienden en el supermercado, durante los dos turnos considerados:

Con el modelo actual se logran atender 594 clientes durante toda la jornada laboral.

Por lo que el ingreso actual del supermercado viene dado por:

$$\text{Ingresos} = \text{Gasto promedio} * \text{Clientes reales}$$

$$\text{Ingresos} = 180,96 \frac{\text{BsF}}{\text{cliente}} * \frac{594 \text{ clientes}}{\text{día}} = 107.490,24 \text{ BsF/día}$$

Con la propuesta se logran atender un total de 690 clientes al día, lo que implica unos ingresos de:

$$\text{Ingresos} = 180,96 \frac{\text{BsF}}{\text{cliente}} * \frac{690 \text{ clientes}}{\text{día}} = 124.862,4 \text{ BsF/día}$$

Los ingresos adicionales que se obtiene a partir de las propuestas son de 17.372,16BsF/día, esto es un incremento del 14%.

V. 10 Cálculo del Beneficio:

$$\text{Beneficios} = \text{Ingresos} - \text{Costos}$$

$$\text{Beneficios} = (124.862,4 * 30) \frac{\text{BsF}}{\text{mes}} - 105.300 \frac{\text{BsF}}{\text{mes}} = 3.640.572 \text{ BsF/mes}$$

V. 11 Relación Costo - Beneficio:

$$B/C = \frac{3.640.572}{105.300} = 34,57$$

La relación B/C es ≥ 1 , se puede concluir que es rentable realizar las propuestas.



De acuerdo con los objetivos planteados y a los resultados obtenidos en este trabajo especial de grado es posible establecer las siguientes conclusiones:

- Se utilizaron técnicas de recolección de datos como entrevistas, encuestas y observaciones y se determinó que el principal problema radica en la insatisfacción del cliente por no ser atendido rápidamente.
- Al analizar la situación actual se determinó que los factores que afectan el nivel de servicio son: excesivos tiempos de espera, planificación de la capacidad del servicio y la atención al cliente.
- Mediante encuestas se determinó que el tiempo promedio que un cliente está dispuesto a esperar es de 15 minutos. El nivel de servicio actual es de 62%.
- Existe una probabilidad del 20% de clientes que abandonan, esto lo hacen luego de realizar sus compras y dejan en promedio 7 artículos/persona.
- Se determinó que los clientes consideran el volumen de clientes simultáneos en el sistema de pago, y que por esta razón pueden retirarse sin realizar ninguna compra.
- Debido a que el sistema, es un sistema complejo se recurre a la simulación, utilizando el software Arena en su versión estudiantil 10.0. A su vez se utilizaron herramientas como los diagramas de recorrido, de flujo, y de actividades relacionadas, para definir las actividades y procesos dentro del almacén. El diagrama de cuadrillas se utilizó para realizar el análisis y estandarización de las actividades.
- Se plantea un modelo de simulación que vincula, nivel de servicio, distribución y mejora de las operaciones.
- Se considera la variabilidad de la demanda, mediante una muestra de los tiempos entre llegadas, resultaron con distribuciones exponenciales, para tres turnos, mañana (8:00 a.m. a 12:00 m) $\lambda = 68.53$ segundos/llegada, tarde (12:00 m a 4:00 p.m.), $\lambda = 43.88$ segundos/llegada y noche (4:00 p.m a 8:00 p.m.) $\lambda = 30.88$ segundos/llegada.



- La cantidad de clientes simultáneos, que hace que un cliente no termine de entrar al supermercado es de un total de 60 personas en cola, esto se determinó mediante el promedio de personas en cola, es de 8 clientes/cajeros.
- Se simularon dos escenarios para mejorar el sistema, uno de ellos considera eliminar las cajas rápidas y tener un total de 8 cajeros, y otro la opción de la centralización de las colas. El criterio de selección fue el mejor nivel de servicio.
- Se determinó que la mejor propuesta es el escenario 1, en donde se considera la centralización de las colas. Se obtuvo que un nivel de servicio durante la tarde de 94% con un tiempo en cola promedio de 9.69 minutos/cliente, y en el turno de la noche es de 81% con un tiempo en cola de 15.72 minutos/cliente.
- El tiempo total que invierte un cliente realizando sus compras se reduce en un 22.86%, con un tiempo de 26.69 minutos en el turno de la tarde. Durante la noche el tiempo total disminuye a 37.35 minutos/cliente, esto es una reducción de 12.37%.
- Se aumenta la capacidad del sistema en un 14%. Los clientes que abandonan con el método actual es de: 30 clientes. Con la propuesta, se reduce a 12 clientes, esto es un 60% menos y durante la noche pasa de 54 a 11 clientes, un 79.62% menos.
- Los clientes desertores (que no entran), se reducen en la tarde en un 39.34% y durante la noche en 65.9%.
- Los resultados presentados justifican técnicamente la implementación de las propuestas.
- Como último objetivo se comprobó la factibilidad económica de las propuestas mediante la relación costo-beneficio, $B/C \geq 2.19$, lo que representa un beneficio adicional de 521.165 BsF/mes. Esto justifica de manera económica la implementación de las propuestas.



Ingeniero Industrial

1 año de experiencia

Datos Personales

Nombre: **Yoali Del Valle Brito Rodriguez**. C.I.: **V- 18.231.817** Edad: **23 años**.

Dirección: **Urb La Viña. Av. 108. Diagonal a la iglesia San Antonio.**

Teléfono: **0424-3415576** E- mail: **ydbrito@gmail.com**

Perfil Profesional

Profesión / Área: Ingeniero industrial, egresado de la Universidad de Carabobo (2011). Interés en desarrollar la carrera de Ingeniería industrial en las áreas de producción, control y manejo de inventarios. Expansión de los conocimientos a demás ramas como gestión de calidad, logística y distribución. Experiencia en Ventas. De Carácter proactiva con capacidades de liderazgo y trabajo en equipo. Trabajo Especial de Grado con mención Publicación, por los aportes en los estudios de la teoría de colas en supermercados.

Habilidades

Área Ventas/Distribución

Habilidades: Capacidad para identificar y solucionar problemas. Seguimiento de las actividades.

Experiencia: 9 meses desempeñando el cargo de representante de cobertura, ampliando la cantidad de puntos de venta y la distribución del catalogo de productos de la empresa. Desarrollo de herramientas que permitan mejorar la ejecución de planes y actividades. Contactos de campo con proveedores y distribuidores.

Logros: Desarrollo de un proyecto de sub distribuidores para la atención de puntos de venta de canal tradicional.

Herramientas Informáticas

Manejo de las herramientas de Microsoft Office (Avanzado)

Conocimiento de gestión de correos electrónicos, Microsoft Office Outlook. (Medio)

Paquetes Estadísticos: Statgrafics y MINITAB. (Avanzado)

Software de simulación de Sistemas: Arena 10.0 (Medio)

Idiomas

Nivel avanzado del idioma inglés, capacidad y comprensión en lectura y redacción.

Experiencia profesional

2010-2011 P&G de Venezuela S.R.L

Cargo: Representante de Ventas/ Pasante
Función: Apertura de nuevos clientes, censos, seguimiento de iniciativas de venta, elaboración de reportes fotográficos. (6 meses)

Formación académica

Univeristaria

Ingeniero Industrial Egresado de la Universidad de Carabobo (2011)

Cursos Profesionales

Gestión de Calidad, ISO- 9000-9001, Universidad de Carabobo, 2010.

Mejora tu liderazgo personal, P&G de Venezuela, 2011.

Atleta Corporativo, P&G de Venezuela, 2001.

Análisis Estadístico de pruebas de vida (Mantenimiento), Universidad de Carabobo, 2011.

Lean Manufacturing, Universidad de Carabobo, 2010.

Simulación de sistema con Software Arena, Universidad de Carabobo, 2011.

Fundamentales de venta, P&G de Venezuela, 2011.

Yoali Brito Rodriguez

Urb La Viña, Valencia Edo.
Carabobo

Teléfono / 0424- 3415576

E-mail: ydbrito@gmail.com

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico principalmente a mi familia por ser el pilar de mis valores, mis padres Shirley Ollarves e Iván Millares, quienes me dieron la vida y han brindado su apoyo día a día; A mis hermanas, abuelas y demás familiares que de una u otra manera me apoyaron durante toda la carrera.

A mis amigos con los que he compartido semestre a semestre, quienes nos hemos apoyado en las buenas y en las malas, en superar obstáculos para lograr hoy en día culminar satisfactoriamente la etapa de estudiante y comenzar una etapa profesional. Muy en especial a la persona que esta a mi lado con quien he compartido momentos muy lindos Rafael Herrera siendo mi mayor apoyo en todo momento, te amo gracias.

A mi compañera Yoali Brito, por compartir este etapa de la carrera, solo nosotras sabemos el esfuerzo y empeño colocado para culminar el trabajo de grado, muchas gracias por tu apoyo y compartir este tiempo.

A dios quien es testigo de todo lo realizado para lograr este objetivo y darme salud, fortaleza y entendimiento.

Shirley Millares

Agradecimientos

Agradecer primero a Dios, por iluminarnos durante estos años de nuestra carrera, darnos firmeza y perseverancia para alcanzar los objetivos.

Principalmente a nuestras familias, Brito Rodríguez y Millares Ollarves, por ser el máximo apoyo durante la carrera. A los profesores que son los responsables de nuestra formación académica. A todos los compañeros y amigos que formamos una gran amistad dentro de la Universidad por compartir en todo momento y ser testigos de este arduo trabajo, muchas gracias por su apoyo, en especial a los hermanos Herrera y su familia por ser el punto de encuentro de las reuniones del equipo de investigación para culminar el presente trabajo. A nuestros profesores de la facultad quienes han compartido sus conocimientos con nosotros, para formar excelentes profesionales.

GRACIAS!!!.

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mi familia, quienes me han acompañado durante toda la carrera, me han brindado el máximo apoyo, y les estaré siempre agradecida. A mi madre mi modelo a seguir e inspiración, esto es para ti.

Shir, gracias por el apoyo todo este tiempo, todos los trasnochos no fueron en vano, muy contenta de compartir esta etapa tan ardua y tan bonita a la vez. Lo Logramos!.

A Dios y a la Virgen del Valle, por la salud, la constancia y la voluntad para hacer este trabajo y ser la culminación de mi carrera.

Yoali Brito

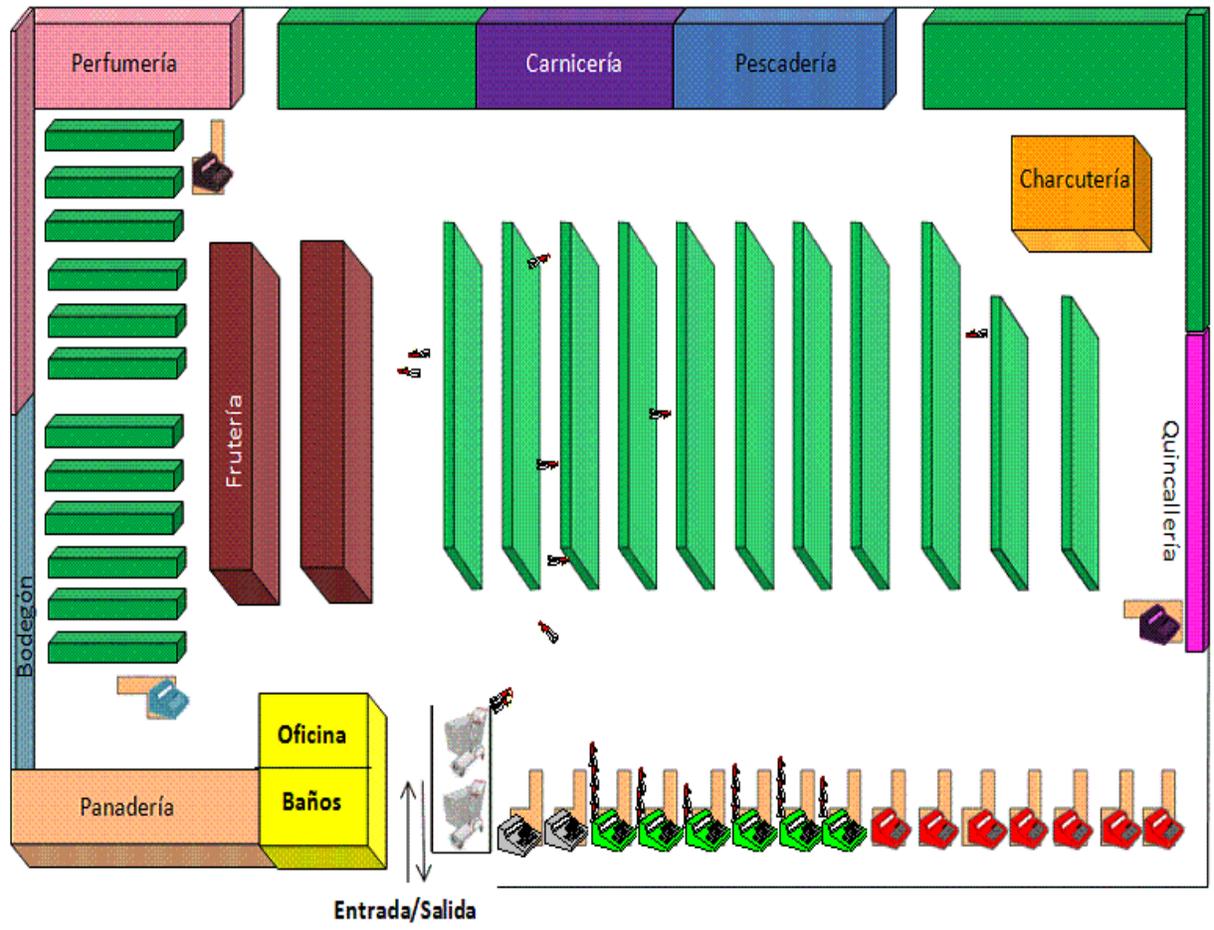


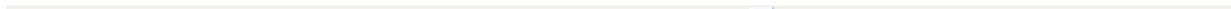
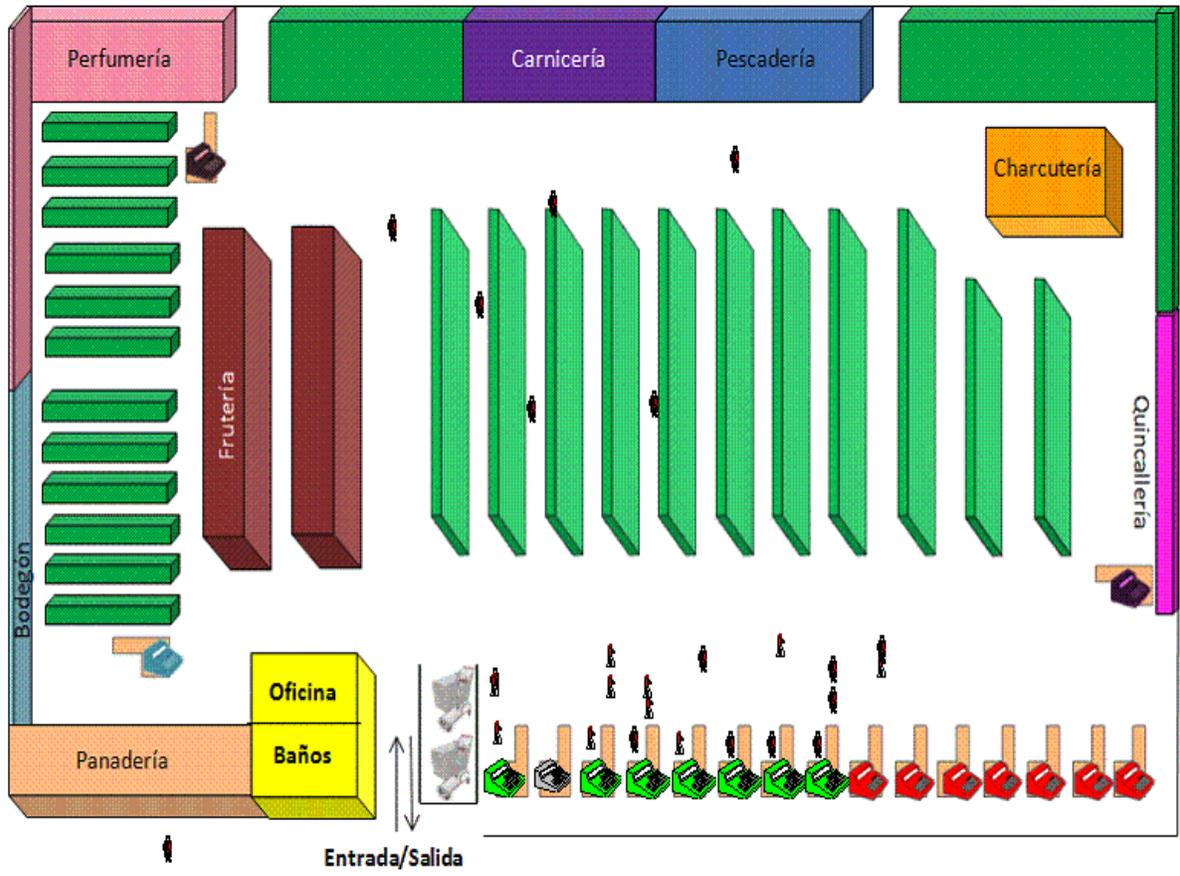
A partir de la investigación realizada sobre el servicio del almacén se presentan las siguientes recomendaciones:

- Implementar las propuestas descritas, para ofrecer un mejor servicio, disminuir los tiempos de espera, y sus consecuencias: los clientes que abandonan y los clientes desertores. Esto se verá reflejado en el incremento de los ingresos.
- Se recomienda realizar una prueba piloto de las propuestas, y en función de los resultados obtenidos, reapplicar al resto de las sucursales.
- Para la reapplicación en el resto de las sucursales, es necesario la recolección de la información referente a la sucursal en cuestión, para luego proceder a adaptar el modelo a las condiciones iniciales.
- Una vez implementada la propuesta, se recomienda delimitar el espacio correspondiente a cada set de 3 cajeros.
- Realizar un seguimiento a las condiciones de los productos a reubicar para comprobar la disminución de los daños en la mercancía, con la implementación del nuevo método de trabajo.
- Estudiar la calidad de servicio, basándose en la teoría de gestión de la calidad y la percepción de los clientes, con respecto a los tiempos en cola. Con la finalidad de determinar si se ha cumplido con las expectativas del cliente.
- Diseñar un plan de incentivo para disminuir el ausentismo laboral, mejorar el ambiente de trabajo y a su vez el desempeño de los empleados.
- Invertir en mejorar el servicio de pago con tarjetas, actualmente existen fallas por obsolescencia de los puntos de venta. Esto hace que se eleven los tiempos de servicio y a su vez el tiempo en cola.

ANEXOS









- Bishop y Franco (2009). *Construcción de un modelo de simulación para determinar el número de ambulancias con las que debe contar Protección Civil Naguanagua*.
- Burgos F. (2009). *Ingeniería de Métodos Calidad-Productividad*. Editorial Dirección de medios y publicaciones.
- Cabrera, M. (2009) “*Propuesta de Manual de Prácticas de Simulación de sistemas discretos con PROMODEL, para el desarrollo de ejercicios aplicados en diferentes asignaturas de la carrera de ingeniería industrial en la Pontificia Universidad Javeriana*”.
- Dante M. (2008). *Teoría de colas*. Editorial: OAPLO.
- Enciso, L. (2008). *Guía didáctica “Teoría de Colas”*. Editorial de la Universidad Técnica Particular de Loja.
- Mahiques J, (2008), *Manual de Control Estadístico de Calidad: Teoría y aplicaciones*. Universitat Jaume I
- Romero J. y Romero M. (2008). *Propuestas de mejora de los métodos de trabajo, en el almacén de pulpas y concentrados congelados. Caso: CORPORACIÓN INLACA, C.A.*
- Singer, Donoso y Sheller. (2008). *Introducción de la Teoría de colas aplicada a la gestión de servicio*.
- Hernández S. y Fernández C. (2006). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006). *Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales (4a. ed.)*. Caracas, Venezuela: FEDUPEL.
- Muller, M. (2005). *Fundamentos de la administración de inventarios*. Bogotá, Colombia: Grupo editorial Norma.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro (5a. ed.)*. México: Prentice Hall.
- Taha, Handy. (2004). *Investigación de Operaciones*. Universidad de Arkansas: Editorial Pearson Educación 7a Edición.



- Pazos J., Suarez A. y Díaz R. (2003). *Teoría de colas y simulación de Eventos Discretos*. Editorial. Prentice Hall.
- Reardon y Berdegué. (2003). *La rápida expansión de los supermercados en América Latina: Desafíos y oportunidades para el desarrollo*.
- Riff C. (2003) *Investigación de Operaciones II*. Editorial McGraw Hill
- Lozano J. (2002) *Asistencia Técnica Postventa*. Editorial FC.Escudero M. (2009) *Gestión de aprovisionamiento*. Editorial: Paraninfos. Tercera Edición.
- Gómez E., Nuñez F. (2001) *Plantas Industriales, Aspectos Técnicos para el Diseño*. Departamento de Publicaciones de la Universidad de Carabobo.
- Kelton G. (2001), *Administración de Investigación de Operaciones*. Editorial: Cengage Learning
- Mendez A., C. E. (2001). *Metodología diseño y desarrollo del proceso de investigación*. Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill.
- Berry L. Leonar, David R. Bennet, Carter W. Brown. (2000). *Calidad de servicios*, Madrid.
- Krajewski L y Ritzman L (2000), *Administración de Operaciones: Estrategia y Análisis*. Editorial: Pearson Educación.
- Coopers (1999). *Manual de Almacenes*. Editorial McGraw Hill.
- Cohen E y Franco R. (1996), *Evaluación de Proyectos*. Editorial: Siglo XXI
- Varela E. (1994). *Simulación de la Teoría de Colas*. Universidad de Palermo.
- Machuca J., García S., Ruiz A. (1995) *Dirección de operaciones, aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. Universidad de Sevilla.
- Posada, Ramiro. (1991). La calidad del servicio, la gestión de flujos y la teoría de colas, número 94 "Revista Universidad Eafit".



III.1 Tipo de Investigación

Este trabajo conlleva a una investigación de tipo descriptivo que según Méndez (2001), “cuyo propósito es la delimitación de los hechos que conforman el problema de investigación” (p.136)

Los estudios descriptivos “se centran en medir con la mayor predicción posible... y en comparación con los estudios exploratorios, requiere considerable conocimiento del área que se investiga para formular las preguntas específicas que busca responder.” (Hernández y Fernández, 1991, p.64)

En este tipo de estudio es posible:

1. Establecer las características demográficas de unidades investigadas.
2. Identificar formas de conducta y actitudes de las personas que se encuentran en el universo de investigación.
3. Establecer comportamientos concretos.
4. Descubrir y comprobar la posible asociación de las variables de investigación. (Mendez, 2001, p. 136)

Realizaremos un estudio descriptivo con el uso de técnicas específicas en la recolección de información, como la observación, entrevistas y cuestionarios, también documentados por trabajos realizados por otros investigadores. Por último la información obtenida es sometida a codificación, tabulación y análisis estadístico.

III.2 Método de Investigación

Méndez (2001) establece que el método de investigación “es el procedimiento riguroso, formulado de una manera lógica, que el investigador debe seguir en la adquisición del conocimiento”. (p.142)

En esta investigación nos basamos en dos tipos de métodos, que según Méndez (2001); son:

Métodos de observación: se entiende como el proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad por medio de un esquema conceptual previo y con base en ciertos propósitos definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar. (p. 143)



Métodos de Análisis: Son procesos que permiten al investigador conocer la realidad..., el conocimiento de la realidad puede obtenerse a partir de la identificación de las partes que conforman un todo o como resultado de ir aumentando el conocimiento de la realidad. (p. 146)

En este trabajo de investigación se diseñaran propuestas factibles, que según, UPEL (2006) dice que un proyecto factible “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”; en este caso se diseñaran propuestas con factibilidad técnico-económica. (p. 234).

III.4 Técnicas de recolección de datos

Entre las técnicas usadas para la recolección de datos para la realización de la investigación, se encuentran:

- Sondeo de opiniones.
- Observación.
- Entrevistas.

Las encuestas fueron realizadas para diagnosticar los principales problemas que presentan los almacenes de autoservicio hoy en día, luego se recurre a la observación para verificar y cuantificar los desperdicios; mientras que las entrevistas fueron directamente con la gerencia y trabajadores de la empresa para obtener de fuente directa su perspectiva de los problemas actuales.

A partir de la obtención de los datos de la situación actual se procede analizar y clasificar la información, para identificar los problemas más relevantes y de mayor impacto para la organización, de esta manera proponer el conjunto de mejoras. Para desarrollar estas actividades es necesario utilizar técnicas de análisis de datos y solución de problemas.



III.5 Técnicas de análisis de datos y resolución de problemas

III.5.1 Diagrama Causa-Efecto

Es una herramienta de análisis que muestra la relación existente entre una característica y los factores que la causan. Todo proceso genera un resultado o efecto, causado por factores que intervienen en él, por lo que esta herramienta se considera de gran utilidad ya que sirve principalmente para categorizar las causas potenciales de una situación de manera ordenada.

Este diagrama fue desarrollado en Japón por Kaoru Ishikawa, uno de los principales gurús de la calidad, quien comenzó a emplearlo en 1953. Su uso se ha extendido a todas partes del mundo ya que constituye una útil herramienta para mejorar la calidad.

En el diagrama se incluyen los siguientes elementos:

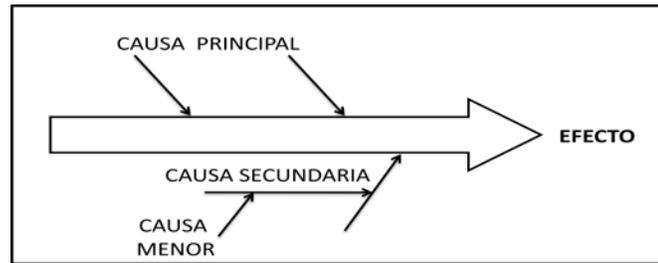
1. Materiales.
2. Mano de Obra.
3. Métodos.
4. Máquinas.
5. Medio ambiente.

La representación gráfica del diagrama facilita observar de forma clara las causas probables del problema, caracterizándose por emplear el pensamiento divergente, enfocando el análisis de distintas ópticas.

Para elaborar el diagrama se deben identificar las causas probables y el problema.

En su construcción se debe:

- Trazar una flecha gruesa de forma horizontal, cuya punta indique el efecto.
- Trazar flechas diagonales donde se identifican las causas principales.
- Las causas secundarias son representadas mediante flechas paralelas al efecto, hasta llegar a la causa principal.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 7. Diagrama causa-efecto

III.5.2 Criterios de análisis de la operación

Análisis de la Operación: es un procedimiento empleado por el Ingeniero de Métodos para investigar las actividades que agregan valor a una tarea determinada, con el objetivo de reducir al máximo aquellas que no agregan valor y de esta manera eliminar todos los desperdicios presentes en una operación.

Cuando se analiza un proceso, se debe buscar eliminar los elementos que no agregan valor, de no ser posible se combinan o simplifican, ya que son los que consumen la mayor porción del tiempo total de trabajo.

Para la aplicación del análisis de la operación se debe recabar la información concerniente, para determinar cuánto tiempo debe emplearse para realizar el estudio.

Los criterios a evaluar mediante la aplicación del Análisis de la Operación son los siguientes:

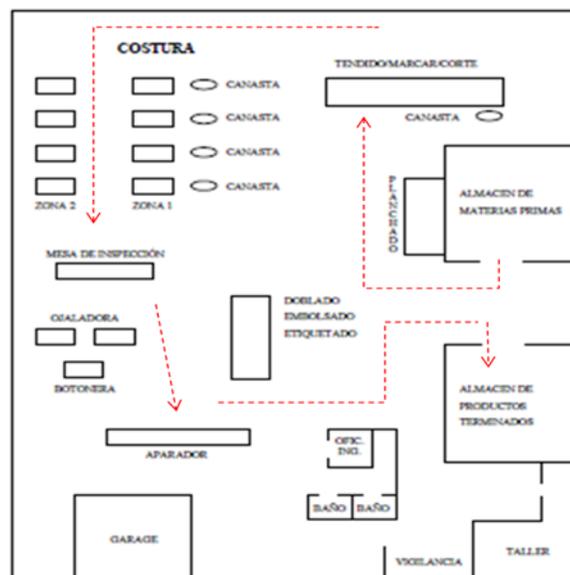
1. **Propósito de la operación**, tiene como objetivo justificar la existencia de una actividad dada. Este criterio es siempre aplicable en primer término, ya que si se demuestra que una actividad no se encuentra justificada, ahorraremos el costo que implica su ejecución. La eliminación de una actividad innecesaria, permite utilizar mejor los recursos.
2. **Diseño de las partes**, persigue una continua revisión de diseños para comprobar su vigencia respecto a los cambios producidos con el pasar del tiempo, ya que diseños más sencillos pueden proporcionar grandes ahorros en el costo del producto.



3. **Tolerancias y especificaciones**, está relacionado directamente con la calidad, satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes, mediante la utilización de técnicas modernas de control de calidad.
4. **Materiales**, se debe a la revisión constante de los materiales directos e indirectos relacionados en los procesos, ya que continuamente se desarrollan nuevos materiales cuyas propiedades y costos justifican su selección por sobre otros materiales ya existentes.
5. **Procesos de Manufactura**, se enfoca en desarrollar mejores procesos, ya que siempre existe un método mejor. Manufactura engloba 3 categorías básicas: moldeado, maquinado y ensamblaje.
6. **Equipos, herramientas y tiempos de preparación**, consiste en disminuir el tiempo en las actividades relacionadas con el alistamiento previo a la ejecución del trabajo. La preparación no es una actividad productiva por cuanto no contribuye directamente al logro de del objetivo perseguido.
7. **Condiciones de trabajo**, este criterio engloba las condiciones ambientales (Temperatura, humedad relativa, circulación del aire, iluminación, color y ruido), además de otras como mantenimiento de orden, seguridad e higiene.
8. **Manejo de materiales**, está relacionado con el movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Es una parte esencial de cualquier actividad pero añade costos al producto, debido a esto mientras más pueda reducirse más competitivo será el producto.
9. **Distribución en planta**, comprende el diseño de un plan para colocar el equipo adecuado de forma tal que se introduzca el máximo de economías durante el proceso de manufactura. Para la distribución se hace necesario tener en cuenta sitio para los operadores, maquinarias, manipulación de materiales, bancos de trabajos, mantenimientos, inspecciones, etc.
10. **Principio de economía de movimientos**, son normas que permiten realizar las actividades con un menor esfuerzo y en un menor tiempo.

III.5.3 Diagrama de Recorrido

Es un esquema de distribución en planta, que muestra dónde se realizan todas las actividades, la ruta es señalada por líneas para identificar y localizar cada ruta. Es utilizado cuando se desea mostrar el movimiento de más de un material o de una persona que interviene en el proceso de análisis sobre el mismo diagrama, cada uno puede ser identificado por líneas de diferentes colores o trazos. Sirve para mejorar los métodos y actúa como guía para una distribución en planta mejorada.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8. Diagrama de Recorrido

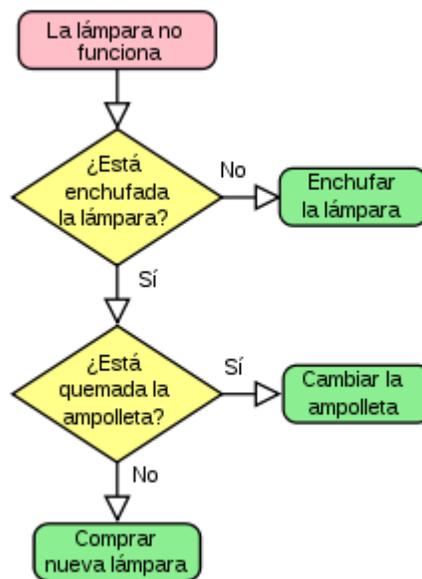
III.5.4 Diagrama de Flujo:

Diagrama de Flujo insumo – producto:

Se refiere al movimiento o flujo de materiales a través de un proceso productivo. También puede ser utilizado como diagrama de recorrido, para identificar el movimiento de materiales o personas. (Burgos, p. 47)

Diagrama de Flujo (Sistemas):

Es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Sirve principalmente para describir el proceso real para obtener un cierto resultado. Ésta representación se realiza por medio de formas y símbolos gráficos tales como rombos, cuadrados, paralelepipedo, etc. (Mahiques, p. 211)



Fuente: Mahiques (2008)

Figura 9. Diagrama de Flujo

III.5.5 Diagrama de actividades relacionadas (REL)

En este diagrama cada actividad es representada por cuadrados de igual tamaño. Estos están conectados por un número de líneas que indican en orden decreciente la importancia de esta relación. Los cuadrados se rotan hasta que se obtengan relaciones más apropiadas entre las actividades. (Gomez, p. 131).

III.5.6 Pruebas de bondad de ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste se utilizan principalmente para determinar la cercanía de los datos. Si existe gran diferencia entre la frecuencia observada en la



muestra y lo que se esperaría observar, la hipótesis debe rechazarse, ya que las observaciones obtenidas en la muestra difieren tanto del patrón que se espera que ocurra la distribución planteada como de la hipótesis.

Dadas las observaciones (X_1, \dots, X_n) independientes con distribución F , se plantea la H_0 : " $F=F_0$ " llamada Hipótesis nula o Hipótesis de ajuste de la distribución F_0 del cual proviene la muestra y una Hipótesis alternativa H : " $F \neq F_0$ ". Para decidir si se rechaza la H_0 a partir de una información dada, se estima F por medio de la muestra y se compara la estimación con F_0 .

Prueba Chi Cuadrado:

El test chi-cuadrado se utiliza para determinar la calidad del ajuste, el cual puede ser mediante distribuciones teóricas como la distribución normal o de distribuciones empíricas, es decir, de los datos de la muestra. X_1, \dots, X_n , proveniente de $f(x)$ de una variable aleatoria X dividida en K clases exhaustivas y mutuamente excluyentes y sea N_i con $i=1, 2, \dots, K$ el número de observaciones de la i -ésima clase.

$H_0: F(x) = F_0(x)$, $F_0(x)$ completamente especificada. Entonces se puede obtener P_i probabilidad de obtener una observación en la i -ésima clase bajo H_0 donde $\sum_{i=1}^k P_i = 1$

La prueba Chi- Cuadrado utiliza el estadístico $\sum_{i=1}^k \frac{(N_i - nP_i)^2}{nP_i} \sim \chi_{k-1}^2$ si n es suficientemente grande y donde N_i es la frecuencia observada de la i -ésima clase y nP_i es la frecuencia correspondiente que se esperaba bajo la hipótesis nula. Si no se tiene $F_0(x)$ totalmente determinada H_0 no es simple sino compuesta, y debe aproximarse con los parámetros de la distribución con EMV ($T=EMV(\theta)$).

$\sum \frac{[N_i - nP_i(T)]^2}{nP_i(T)} \sim \chi_{k-1-r}^2$, donde r : número de parámetros aproximar.

Prueba de Ajuste de Kolmogorov:

El estadístico de Kolmogorov es $D = |F_n(x) - F(x)|$, región crítica $\sqrt{n}D > C_n(\alpha)$, con $C_n(\alpha)$ (α) elegido para un nivel α , cumpliendo las siguientes premisas:

1. La distribución de D cuando se cumple H_0 " $F=F_0$ " es la misma para cualquier distribución F_0 continua, y
2. El $\lim_{n \rightarrow \infty} C_n(\alpha) = c(\alpha)$, solución de $\alpha = 2\alpha = 2 \sum_{j=1}^{\infty} (-1)^{j-1} e^{-2j^2 c^2(\alpha)}$.



Tabla N° 1 Valores críticos del estadístico de kolmogorov $\sqrt{n}D$

n	α		n	α		n	α	
	10%	5%		10%	5%		10%	5%
5	1.136	1.258	14	1.176	1.307	35	1.197	1.330
6	1.144	1.271	15	1.177	1.307	40	1.201	1.337
7	1.154	1.279	16	1.179	1.310	45	1.202	1.335
8	1.157	1.285	17	1.183	1.314	50	1.206	1.334
9	1.162	1.292	18	1.184	1.316	60	1.203	1.336
10	1.167	1.295	19	1.181	1.312	70	1.205	1.341
11	1.167	1.297	20	1.183	1.314	80	1.205	1.339
12	1.168	1.299	25	1.188	1.320	100	1.209	1.340
13	1.176	1.307	30	1.191	1.326	∞	1.224	1.358

Fuente: Cabaña E.

La distribución de probabilidades de la muestra ordenada $U_{(1)}, U_{(2)}, \dots, U_{(n)}$ de la distribución uniforme (0,1), en la región definida por las desigualdades $|F_n(U)-u| < a$, $0 < u < 1$. Se trata de un número infinito de desigualdades, una para cada u en (0,1), que verifican la ecuación:

$$|(i-1/2)-n-u_i| < a-1/2n, i= 1, 2, \dots, n.$$

Prueba Anderson-Darling (A-D)

La última estadística de adaptación que se puede usar con datos de muestra continuos es Anderson-Darling que a diferencia de Kolmogorov, se enfoca en el medio de la distribución, la A-D destaca las diferencias entre los extremos de la distribución adaptada y los datos de entrada.

El test Anderson-Darling determina si los datos vienen de una distribución específica, la fórmula para el estadístico A determina si los datos (observar que los datos se deben ordenar) vienen de una distribución con función acumulativa $F A2=-N - S$ donde:

El estadístico de la prueba se puede entonces comparar contra las distribución F del estadístico prueba (Dependiendo que F se utiliza) para determinar el P-Valor.



III.5.7 Diagrama de Cuadrillas

Es la representación gráfica, sobre una escala de tiempos, de las actividades realizadas por un grupo de personas con un objetivo en común, como lo es la ejecución de tareas. Permite un análisis minucioso de las actividades de cada miembro de la “cuadrilla”, respecto a los otros. Se pueden representar actividades simultáneas. (Burgos, F. p. 126, 2002)

Se utiliza para determinar el tiempo de ciclo de las operaciones, analizar las actividades del grupo, equilibrando las cargas de trabajo, y permite redistribuir las tareas, con la finalidad de reducir las demoras de cada integrante del grupo. (Burgos, F. p. 129, 2002)

III.6 Software de simulación: Arena

Es un software que permite modelar y simular distintos escenarios. Está diseñada para analizar el impacto de los cambios que involucren complejidad, puede estar asociado a cadena de suministros, procesos de manufactura, logística, distribución y servicios. Se utilizó la versión de descarga gratuita, con licencia libre de 30 días, la cual no presenta limitaciones de las aplicaciones.