

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PRODUCTIVIDAD BASADA EN
SIMULACIÓN DE LAS LINEAS DE ESPERA DE LAS PRINCIPALES
CAFETERÍAS DE LA UNIVERSIDAD ICESI.**

**Gabriela Zapata Quintero
Sergio Andrés Villarraga Varela**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2018**

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PRODUCTIVIDAD BASADA EN
SIMULACIÓN DE LAS LINEAS DE ESPERA DE LAS PRINCIPALES
CAFETERÍAS DE LA UNIVERSIDAD ICESI.**

**Gabriela Zapata Quintero
Sergio Andrés Villarraga Varela**

Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial

**Director proyecto
Fernando Quintero**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2018**

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	4
1 CAPÍTULO I. Contexto, Justificación y Formulación del Problema	5
1.1 Contexto.....	5
1.2 Pregunta problema.....	6
1.3 Justificación del Problema	7
2 CAPÍTULO II. Objetivos	8
2.1 Objetivo del Proyecto	8
2.2 Objetivos Específicos	8
2.2.1 Entregables.....	8
3 CAPÍTULO III. Marco de Referencia	9
3.1 Antecedentes o Estudios Previos	9
3.2 Marco Teórico	10
3.2.1 Teoría De Colas	10
3.2.2 Notación Kendall	11
3.2.3 Costo De Línea De Espera	11
3.2.4 Modelos De Simulación.....	12
3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto	12
4 CAPÍTULO IV. Metodología	13
5 CAPÍTULO V. Resultados	17
5.1 Comprobar el comportamiento no estacionario de la función de demanda diaria en términos de arribos de usuarios en la prestación de servicios alimenticios, teniendo como referencia la cafetería de mayor demanda (Isabella).....	17
5.2 Caracterizar los patrones de arribo de la clientela en las cafeterías seleccionadas para el estudio de la Universidad Icesi en su(s) hora(s) pico	19
5.2.1 Análisis de los datos de patrones de arribo.....	19
5.2.2 Segunda muestra	24
5.3 Caracterizar los patrones de servicio en la(s) hora(s) pico de las cafeterías seleccionadas y medir el nivel de uso de los comedores asociados.....	28
5.3.1 Análisis de los datos de tiempos en el sistema.....	28
5.3.2 Análisis del nivel de uso de comedores asociados.....	36
5.4 Establecer los indicadores de servicio de tiempos basados en modelos de simulación discreta, la ocupación de los comedores y determinar un comparativo de productividad entre los prestadores seleccionados.....	37
5.4.1 Conceptualización del modelo	37
5.4.2 Construcción computarizada del modelo.....	37
5.4.3 Verificación y validación del modelo	40
5.4.4 Nivel de Servicio	42
5.4.5 Productividad	45
6 CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
6.1 CONCLUSIONES.....	47

6.2	RECOMENDACIONES.....	48
	BIBLIOGRAFÍA.....	49
	ANEXOS.....	49

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Mapa del campus con las respectivas cafeterías seleccionadas para el estudio	6
Figura 2. Tasa de arribos de clientes en franjas de 15 minutos a la cafetería Isabella.	18
Figura 3. Tasa de arribos cafetería Isabella en la franja horaria caracterizada como critica	21
Figura 4. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería Isabella	21
Figura 5. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería Isabella	22
Figura 6. Comparación de la tasa de arribos en las 2 muestras tomadas en Isabella.	25
Figura 7. Comparación de la tasa de arribos en las 2 muestras tomadas en Bristo edificio G	25
Figura 8. Comparación de la tasa de arribos en las 2 muestras tomadas en Anthony.	26
Figura 9. Comparación de la tasa de arribos en las 2 muestras tomadas en The Snack Café	26
Figura 10. Tiempos de ensamble de plato en la cafetería Isabella	29
Figura 11. Tiempos de pago en la cafetería Isabella	30
Figura 12. Tiempos de ensamble de plato en la cafetería Bristo edificio G.....	30
Figura 13. Tiempos de pago en la cafetería Bristo edificio G.....	31
Figura 14. Tiempos de ensamble de plato en la cafetería Anthony	31
Figura 15. Tiempos de pago en la cafetería Anthony.....	32
Figura 16. Tiempos de pago en la cafetería Menta y Sabor.....	32
Figura 17. Tiempos de ensamble de plato en la cafetería Menta y Sabor.	33
Figura 18. Tiempos de servicio en la cafetería Bristo edificio G.....	33
Figura 19. Tiempos de servicio en la cafetería Snack Café	34
Figura 20. Layout del modelo de simulación para cada cafetería selecciona	39
Figura 21. Comparativo entre cafeterías para tiempo promedio en cola por cada hora.....	43
Figura 22. Comparativo entre cafeterías para contenido promedio en cola por cada hora.....	44
Figura 23. Comparativo entre cafeterías para los porcentajes de utilización de servidores de ensamble por cada hora	44
Figura 24. Comparativo entre cafeterías para los porcentajes de utilización de servidores de pago por cada hora	45

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tabla del comportamiento de los datos de arribos en las cafeterías seleccionadas.	23
Tabla 2. Distribución de probabilidad para los arribos de la cafetería Menta y Sabor y Bristo edificio B	24
Tabla 3. Distribuciones fraccionadas por hora utilizadas en el modelo de Simulación	35
Tabla 4. Dotación de mesas y sillas por zona	36
Tabla 5. Porcentaje de ocupación de sillas por zona y franja horaria	36
Tabla 6. Porcentaje de ocupación de mesas por zona y franja horaria.....	36
Tabla 7. Recursos para la construcción del modelo en FlexSim.....	38
Tabla 8. Cuadro comparativo de datos obtenidos en el simulador frente a la realidad en segundos.	40
Tabla 9. Cuadro comparativo de los arribos promedio de usuarios en el simulador frente a la realidad	41
Tabla 10. Niveles de servicio fraccionados por hora.....	42
Tabla 11. Niveles de Productividad por Cafetería	46

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Formato para toma de datos de arribos de clientes.....	50
Anexo 2. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería Isabella.....	50
Anexo 3. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Isabella tiempo de pago. (servicio)	51
Anexo 4. Graficas de ajuste cafetería Isabella datos tiempo de pago. (servicio)...	52
Anexo 5. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Isabella tiempo de ensamble (servicio)	54
Anexo 6. Graficas de ajuste cafetería Isabella datos tiempo de ensamble. (servicio)	56
Anexo 7. Tasa de arribos cafetería Bristo edificio G en la franja horaria caracterizada como critica.....	58
Anexo 8. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería Bristo edificio G.....	58
Anexo 9. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería Bristo edificio G.....	59
Anexo 10. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería Brito edificio G	59
Anexo 11. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Bristo G tiempo de pago. (servicio)	60
Anexo 12. Graficas de ajuste cafetería Bristo G datos tiempo de pago. (servicio)	61
Anexo 13. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Bristo G tiempo de ensamble. (servicio)	63
Anexo 14. Graficas de ajuste cafetería Bristo G datos tiempo de ensamble. (servicio)	65
Anexo 15. Tasa de arribos cafetería Anthony en la franja horaria caracterizada como critica	67
Anexo 16. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería Anthony. ...	67
Anexo 17. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería Anthony	68
Anexo 18. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería Anthony.....	68
Anexo 19 Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Anthony tiempo de pago. (servicio)	69
Anexo 20 Graficas de ajuste cafetería Anthony tiempo de pago. (servicio)	70
Anexo 21. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Anthony tiempo de ensamble. (servicio).....	72
Anexo 22 Graficas de ajuste cafetería Anthony datos tiempo de ensamble (servicio)	74
Anexo 23. Tasa de arribos cafetería Menta y Sabor en la franja horaria caracterizada como critica.....	76
Anexo 24. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería Menta y Sabor.	76
Anexo 25. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería Menta y Sabor.	77
Anexo 26. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería Menta y Sabor.	77
Anexo 27. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos arribos cafetería Menta y Sabor.	78

Anexo 28. Graficas de ajuste de arribos cafetería Menta y Sabor	79
Anexo 29. Prueba de independendencia de auto correlación, dispersión y run test de datos ensamble (servicio) cafetería Menta y Sabor.	81
Anexo 30. Graficas de ajuste cafetería Menta y Sabor datos tiempo de ensamble. (servicio)	82
Anexo 31 Prueba de independendencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Menta y Sabor tiempo de pago. (servicio)	85
Anexo 32 Graficas de ajuste cafetería Menta y Sabor datos tiempo de pago. (servicio)	86
Anexo 33. Tasa de arribos cafetería Bristo edificio B en la franja horaria caracterizada como critica	88
Anexo 34. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería Bristo edificio B	89
Anexo 35. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería Bristo edificio B	89
Anexo 36. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería Bristo edificio B	90
Anexo 37. Prueba de independendencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Bristo edificio B arribos.	90
Anexo 38. Gráficas de ajuste cafeteria Bristo B arribos.	92
Anexo 39. Prueba de independendencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Bristo B datos tiempo de pago. (servicio)	94
Anexo 40. Gráficas de ajuste cafeteria Bristo B pago	95
Anexo 41. Tasa de arribos cafetería The Snack Café en la franja horaria caracterizada como critica	97
Anexo 42. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería The Snack Café	98
Anexo 43. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería The Snack Café	98
Anexo 44. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería The Snack Café	98
Anexo 45 Prueba de independendencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería The Snack Café datos tiempo de pago. (servicio)	99
Anexo 46 Gráficas de ajuste cafeteria The Snack café. (servicio)	101
Anexo 47. Diagrama de proceso del modelo de ensamblaje en las cafeterías	103
Anexo 48. Diagrama de proceso del modelo bajo pedido en las cafeterías.....	104
Anexo 49. Formato para toma de tiempos de servicio en las cafeterías The snack café y Bristo edificio B.....	105
Anexo 50. Formato para toma de tiempos de servicio en las cafeterías Bristo edificio G y Menta y Sabor	105
Anexo 51. Formato para toma de tiempos de servicio en las cafeterías Isabela y Anthony.....	105
Anexo 52. Número de personas en cola a través de las dos horas simuladas para la cafetería Isabella con 3 líneas de servicio.....	106
Anexo 53. Tiempos en cola a través de las dos horas simuladas para la cafetería Isabella con 3 líneas de servicio	106
Anexo 54. Tiempo promedio de servidores de ensamble de la cafetería Isabella	107

Anexo 55. Número de personas en cola a través de las dos horas simuladas para la cafetería Isabella con 4 líneas de servicio 107

Anexo 56. Tiempos en cola a través de las dos horas simuladas para la cafetería Isabella con 4 líneas de servicio 108

RESUMEN

El crecimiento poblacional estudiantil que vive la Universidad Icesi en los últimos años es de mayor magnitud en cada semestre que transcurre, este fenómeno se presenta debido a factores como la apertura de nuevos programas de pregrado y postgrado o por la participación con cupos en becas brindadas por el estado. Para cumplir con la creciente demanda, la universidad lleva a cabo un plan de expansión del campus, que cuenta con nuevos edificios, laboratorios y centros deportivos, aparte de esto la institución se encarga de prestar el servicio de venta de alimentos a sus estudiantes, a pesar de no ser su principal servicio, la universidad se preocupa por el bienestar integral de sus estudiantes, y un elemento fundamental en ellos es su alimentación.

Teniendo en cuenta lo anterior, el sentido de este proyecto es evidenciar como ha sido la evolución del nivel de servicio de cafeterías al tiempo que se ha dado un crecimiento poblacional y de infraestructura, apoyados en resultados de simulación para evaluar la franja de mayor demanda en el día, la de almuerzos. La simulación se hace necesaria para facilitar el análisis de los establecimientos seleccionados, puesto que los sistemas presentan características de comportamientos no estacionarios de arribos, tiempos de servicio dependientes de la congestión del sistema y diferencias entre esquemas operativos.

1 CAPÍTULO I. Contexto, Justificación y Formulación del Problema

1.1 Contexto

La comunidad de la Universidad Icesi conformada por estudiantes, profesores, personal administrativo y grupos de colaboradores representa un mercado de más de 7000 personas (sin incluir visitantes) en pleno período académico, que entre los días lunes y sábado requiere de una oferta alimenticia amplia y diversa, la cual es complementada por otros establecimientos contiguos al campus de la universidad.

Una responsabilidad en el ejercicio de la planeación física de la universidad es prever y gestionar la infraestructura física necesaria para la ubicación de las líneas de pago y entrega del pedido, la producción y conservación de los alimentos, exhibición de productos, y la disposición y mantenimiento de espacios comedor contiguos, con su respectivo mobiliario (mesas, sillas y sombrillas). Asignados los espacios a los prestadores de servicio oferentes, la administración de la planta física se encarga de vigilar el aseguramiento de las normas de sanidad. De parte de los establecimientos, se encargan de diseñar sus esquemas de atención y de producción, en relación con la distribución física, procurando ofrecer un servicio ágil y oportuno.

En menos de una década, la universidad ha asumido un crecimiento en su oferta de programas de estudio, atrayendo poblaciones estudiantiles con despliegue de becas y créditos. Sin embargo, el número de nuevos espacios para la prestación de servicios alimenticios y la capacidad de los comedores parecieran estar rezagados frente al crecimiento de la demanda, y se desconoce el nivel de servicio medido en tiempos de espera y en cola que se esté presentando.

Actualmente, existen 10 puntos de venta entre los cuales se resaltan los siguientes según su tamaño de comedor asociado y el volumen de su clientela: 1) Isabella, denominada cafetería central que dispone del mayor espacio de preparación y exhibición de alimentos, comedor y es una de los dos prestadores con convenio en el subsidio de alimentación que reciben los becados; 2) Menta y Sabor ubicada en el segundo piso del edificio central; 3) Anthony que comparte comedor con Menta y Sabor, 4) Cafetería Bristo ubicada en el edificio B; 5) cafetería Bristo en un segundo punto localizado en la casa SAE y es el

1.3 Justificación del Problema

Es importante para las instancias de planeación de la universidad tener un referente del estado actual de tráfico de las principales cafeterías con el fin de dimensionar capacidades y requerimientos de espacios de futuras instalaciones en el plan vigente de expansión del campus. Si bien el escenario ideal de medición sería incluir toda la población de prestadores, el trabajo de campo de levantamiento de información y recolección de datos, conlleva a delimitar varios aspectos temporales y físicos del proyecto, identificando y midiendo las franjas pico en los día-tipo con mayor congestión, y comparando tres modelos presentes en la prestación del servicio: 1) Primero línea de ensamble del pedido y luego estación de pago (Isabella, Menta y Sabor, y Anthony), 2) Primero pago y luego línea de ensamble del pedido (Bristo en casa SAE), y 3) línea de pago y solicitud del pedido, y posterior espera para su entrega (The Snack y Bristo en edificio B).

2 CAPÍTULO II. Objetivos

2.1 Objetivo del Proyecto

Identificar el estado actual de tiempos de espera y servicio de los principales prestadores de servicio comedor de la Universidad Icesi en sus horarios de mayor tráfico a través de simulación discreta

2.2 Objetivos Específicos

- Comprobar el comportamiento no estacionario de la función de demanda diaria en términos de arribos de usuarios en la prestación de servicios alimenticios, teniendo como referencia la cafetería de mayor demanda (Isabella).
- Caracterizar los patrones de arribo de la clientela en las cafeterías seleccionadas para el estudio de la Universidad Icesi en su(s) hora(s) pico.
- Caracterizar los patrones de servicio en la(s) hora(s) pico de las cafeterías seleccionadas y medir el nivel de uso de los comedores asociados.
- Establecer los indicadores de servicio de tiempos basados en modelos de simulación discreta, la ocupación de los comedores y determinar un comparativo de productividad entre los prestadores seleccionados.

2.2.1 Entregables

- Informe estadístico de la función de demanda diaria de los servicios de la cafetería Isabella.
- Base de datos del trabajo en campo con insumos para la simulación de los sistemas.
- Modelos de simulación verificados y validados.
- Informe comparativo de niveles de ocupación de zonas de comedores aledaños a las cafeterías analizadas.
- Informe de resultados de la simulación y niveles de productividad.

3 CAPÍTULO III. Marco de Referencia

3.1 Antecedentes o Estudios Previos

El enfoque del proyecto se basa en conceptos de teoría de colas, uso de la simulación de eventos discretos y fundamentos de productividad. En este sentido, los antecedentes de aplicación de estas técnicas de modelado estocástico y teoría de la productividad se encuentran principalmente en múltiples tesis de grado con implementaciones de técnicas de modelado analítico y simulación. De los elementos extraídos de los diferentes textos, se resalta la estructura procedimental con metodologías de recolección de datos que instruye los procesos de recolección, manejo y posterior tratamiento de los tiempos toma de datos, al igual que la contextualización de particularidades teóricas sobre simulación y teoría de colas, sumado. Factores como la presentación estructural del texto y delimitación explícita del alcance de los diferentes sistemas a analizar, son aspectos relevantes a referenciar.

Se resalta la referencia del artículo titulado “*Análisis de colas para el diseño de una cafetería mediante simulación de eventos discretos*” (Pérez & Riaño, 2007, pág. 12), los investigadores Juan Fernando Pérez y Germán Riaño Ph.D. de la Universidad de los Andes, aportado el 20 de abril de 2007 para la revista de ingeniería # 25 de la universidad de los Andes y publicado en Mayo de 2017, al presentar un enfoque de implementación arquitectónica apoyado en la evaluación operativa de todo los procesos de producción y servicio presentes en una cafetería de la Universidad de los Andes. Apelan a la identificación de flujos en el sistema, para medir los movimientos y la parametrización del sistema, subrayando la importancia de la medición del nivel de servicio alineado con la expansión de la demanda, para evitar incrementos futuros en los tiempos en colas y posibles inconformidades en el servicio. Para la metodología de recepción, acopio y posterior análisis de los datos discriminan días de recolección, realizan pruebas de homogeneidad, y plantean formatos de tablas y horas de llegada de las entidades, sirviendo de base para la preparación de la propuesta metodológica de este proyecto.

El segundo texto de apoyo es el trabajo de grado: “*Aplicación de la teoría de colas a la atención al público en una correduría de seguros*” (González Vera , 2013, pág. 48), presentado por el estudiante Pedro Salvador Gonzales Guerra, a la facultad de administración y dirección de empresas de la Universidad Politécnica de Cartagena en el año 2013. Este trabajo utiliza teoría de colas para el desglose y análisis del

modelo de seguros, hace uso de gráficos y fórmulas para una mejor comprensión del sistema, facilita la visualización y comprensión del modelo de toma de datos, que se lleva a cabo con herramientas como Visual Basic. Establece criterios de selección de puntos de recolección y para la identificación del tipo de cliente. Por último, plantea muestras de tratamiento de los datos, aportando ideas metodológicas de cómo se puede generar el posterior análisis que la investigación requiere.

Finalmente, se referencia el libro *“Modelos de productividad: descripción de seis modelos de medición para las organizaciones”* (Cueva B., 2013), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, donde se expone el análisis comparativo entre los modelos: DEA, Productividad del Trabajo, Lawlor, Gold, Financiero, Productividad total. De los anteriores se destaca el modelo no paramétrico "DEA" (Data Envelopment Analysis), es importante porque este se encarga de comparar diversos procesos productivos en relación a las variables de múltiples entradas y salidas, lo cual permite ajustarlo al flexible modelo que tienen las cafeterías. El modelo parte de la relación $\text{Eficiencia} = \text{salidas} / \text{entradas}$.

32 Marco Teórico

El proyecto está suscrito a los fundamentos de la teoría de colas, advirtiendo que la simplificación de los sistemas reales para el uso de modelos analíticos, no permite evaluar la complejidad real de la mayoría de líneas de espera, y por ende justifican el uso de la simulación discreta.

3.2.1 Teoría De Colas

“Es el estudio de las líneas de espera, que son un suceso cotidiano en la vida de las personas, como las que se forman en un banco, supermercados, cafeterías, entre otros” (Render,2012). Esta teoría tiene como indicadores de desempeño el número promedio de clientes o unidades en el sistema (L), número promedio de clientes en cola (Lq), el tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema (W), el tiempo promedio que pasa un cliente esperando en cola (Wq) y el factor de utilización de los servidores (ρ).

El tiempo en el sistema está determinado por cuanto se demora el cliente en la cola, más el tiempo de servicio o atención. Las líneas de espera o colas tienen algunas características: la capacidad del sistema, que pueden ser situaciones de cola limitadas o ilimitadas y esto es lo que me determina el número máximo de clientes que puede existir en la cola, y la disciplina de la cola, que indica cómo se atenderá a los clientes (Ej. PEPS, primero entra primero sale).

La acumulación de entidades en el sistema es consecuencia de la relación entre la tasa de arribos y las tasas de servicio. Generalmente para determinar el patrón de llegadas se hace uso de la distribución Poisson por su propiedad de incrementos fijos, y es importante considerar posibilidades de impaciencia cuando existen clientes que renuncian a continuar en espera en cola y terminan la transacción.

3.2.2 Notación Kendall

Es la notación estándar de los modelos de colas considerando cinco factores:

Distribución de llegadas / Distribución de tiempos de servicio / Número de canales de servicio abierto / Capacidad del Sistema / Disciplina de Cola

M → distribución de Poisson del número de ocurrencias (o tiempos exponenciales)

D → Tasa constante (determinística)

G → Distribución general con media y varianza conocida

Uno de los modelos más comunes es el de M/M/1 que quiere decir que solo tiene 1 servidor con llegadas tipo Poisson y tiempos de servicio exponenciales, asumiendo capacidad infinita y disciplina PEPS.

3.2.3 Costo De Línea De Espera

Las organizaciones plantean niveles aspiraciones de servicio y ocupación de sus servidores, en perspectiva de balancear los costos de atención y de espera, pues se pueden presentar dos extremos: por querer dar mayor satisfacción al cliente, la organización invertirá mayormente en el número y capacitación de los servidores, lo que disminuirá en cantidad el tiempo en espera de los clientes, o por ahorrar al no invertir mayormente en personal de servicio, traerá bajos costos, pero con riesgos en insatisfacción del cliente.

3.2.4 Modelos De Simulación

Un modelo de simulación es el diseño imitado de los procesos o actividades de un sistema para describir la dinámica y su desempeño en el tiempo, útil para correr experimentos que permitan tener una idea del comportamiento del sistema en la realidad y la búsqueda de mejoras en su comportamiento. La simulación sustituye a los modelos analíticos a la medida que múltiples simplificaciones se hacen indebidas como representación del sistema (número de colas, políticas de asignación de servidores-clientes, patrones de arribos o servicios no estacionarios, etc.). Por medio de esta técnica se podrán estimar muchos indicadores del sistema real.

3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto

Por medio de este proyecto se podrá establecer un diagnóstico de los tiempos de atención y espera en cola de las cafeterías seleccionadas para el estudio y servir de referencia hacia futuras decisiones de expansión física del campus de la universidad, sobre la base de la medición del nivel de acumulación y ocupación de las capacidades de los prestadores, con posible desequilibrio en el estado actual entre el número de prestadores y el tamaño de población de la Universidad Icesi.

A los investigadores, nos permite ampliar el dominio del conocimiento al implementar lo aprendido en cursos de medición del trabajo, teoría de probabilidades, inferencia estadística, procesos estocásticos y simulación discreta.

4 CAPÍTULO IV. Metodología

Para lograr la identificación de arribos de clientes a las filas de las cafeterías, se procede a implementar una serie de tablas en hojas de Excel, junto a contadores manuales de entidades y cronómetros, estos ayudarán para el registro de los arribos que ocurran en las colas, los formatos tendrán en cuenta, elementos como hora de arribo, cantidad de entidades que entran al sistema, puesto que no siempre se llega de manera individual y esto influye en el modelo.

Antes de realizar la toma del tiempo de servicio y entre arribos, se tendrá que hacer una caracterización de los modelos de servicio de cada cafetería. Esto permitirá categorizar las cafeterías de estudio según sea su sistema de servicio empleado, para hacer más sencilla la toma de datos.

La toma de datos inicial se realiza en la cafetería Isabella durante un lapso de una semana; con el fin de recolectar los datos para estimar la curva de demanda diaria. Luego se realiza la toma de datos en la cafetería menta y sabor y Anthony, ubicadas en el mismo edificio.

Cabe resaltar que los procesos de análisis y toma de datos de las cafeterías siguientes se harán en simultaneo, no se espera contar con el total de datos, se plantea el adelanto de los análisis individuales, luego de realizados se hacen los respectivos comparativos entre niveles de servicio y productividad.

La toma de datos se traslada a la cafetería Bristo sucursal edificio G puesto que el modelo de servicio es similar al que se emplea en los lugares de toma de datos anteriores, y por efectos prácticos del análisis se prefiere recolectar los datos de las cafeterías con mayor flujo de personas en la universidad.

Por último, se hace el levantamiento de datos en las cafeterías de Snack y Bristo sucursal edificio B, ya que los modelos de servicio son similares.

En paralelo a la toma de datos de arribos de entidades se realiza la respectiva toma de evidencia fotográfica en los lugares aledaños a las zonas de los diferentes restaurantes, para el análisis de nivel de uso de los comedores.

Una vez se tengan los datos de todas las cafeterías y se hallan adelantado los análisis del comportamiento de las curvas de servicio en las diferentes cafeterías, se plantea el modelo de simulación discreta para la validación. Este se realiza por medio del programa Flex-sim versión 18.2.2, software aportado por la universidad

Icesi. En este se montarán los datos obtenidos y así poder validar los datos que se recogieron anteriormente. Este programa de simulación permitirá configurar diferentes escenarios posibles, para observar el comportamiento de estos. Luego poder entregar los informes propuestos que contengan el respectivo análisis a las cafeterías para que estas puedan tomar decisiones y planteas soluciones de mejora.

Se enseña los datos a recolectar, las formas de recolección y el paso a paso para tratamiento de datos recolectados:

1. Tipos de datos a recolectar: tiempos entre arribos, número de persona por arribo, tiempos de servicio (ensamble, pedido y pago), número de servidores, y datos para la validación de tiempos en cola, tiempos en el sistema y acumulación de arribos en el tiempo.
2. Métodos de recolección de datos: 3 muestras, la 1ra de solo arribos con cronómetros de manera manual, la tercera de arribos y servicios con videograbación. Para permitir la grabación dentro de las instalaciones de la universidad se realizó el trámite por medio de la ingeniera Diana Niño, analista de protección de datos de la universidad Icesi, la filmación es permitida con la condición de eliminar completamente los registros fílmicos luego de ser aprovechados para la recolección de datos de tiempos de servicio y arribos. En cuanto a la segunda muestra fue necesaria para ratificar si los comportamientos de la primera son similares entre diferentes días martes a jueves.
3. **Análisis de muestras de tiempos entre arribos y numero de persona por arribo:**
 - 3.1. Calcular tasas promedio de arribos en franjas de 15 minutos y evidenciar si tienen variación entre sí, como primer indicio de arribos no estacionarios (comportamiento de los datos dentro de un rango determinado) o heterogéneos.
 - 3.2. Graficar series de tiempo de dos posibilidades: tiempos entre arribos de individuos (asumiendo 0 en arribos grupales), tiempos entre arribos individuos/ grupos. Analizar en estas variabilidades que empíricamente se evidencien o no cambios significativos en los rangos del eje Y a lo largo de las dos horas de operación del sistema, buscando tendencias, estacionalidades o ciclos.

Someter los datos de la muestra a una prueba estadística de estacionariedad, llamada Test for Stationary Time Series - ubalt.edu, la prueba consiste en el ingreso de 80 datos, los cuales son analizados para encontrar evidencia de estacionariedad en ellos.

- 3.3. Usar pruebas de independencia de auto correlación, dispersión y pruebas de corrida (run tests) en STAT: FIT (Herramienta de análisis estadístico)
- 3.4. Si se cumple con la condición de I.I.D (independientes e idénticamente distribuidos), se somete a pruebas de bondad de ajuste con el Autofit como la kolmogorov-Smirnov y la Anderson Darling, asumiendo el mínimo de la muestra como el mínimo de la distribución (assigned Bound). De lo contrario se opta por cargar la muestra de arribos al simulador.
- 3.5. Se revisa el ranking con distribuciones no rechazadas y se analizan graficas de ajustes (PP, QQ, Box Plot, Distribution).
- 3.6. Se selecciona la mejor distribución teórica de probabilidad. Si todas presenta rechazos y su calidad de ajuste es baja, se opta por una distribución empírica. (construida desde los datos).

4. Análisis de muestras de tiempos de servicios individuales.

- 4.1. Calcular estadísticas descriptivas en franjas de 30 minutos y evidenciar si tienen variaciones entre sí, como primer indicio de servicios estacionarios o dependencia del estado.
- 4.2. Graficar series de tiempo: Analizar en estas variabilidades que empíricamente se evidencian o no cambios significativos en los rangos del eje Y a lo largo de las dos horas de operación del sistema, buscando tendencias, estacionalidades o ciclos.
- 4.3. Usar pruebas de independencia de auto correlación, dispersión y pruebas de corrida. (run tests) en STAT::FIT
- 4.4. Si se cumple con la condición de I.I.D (independientes e idénticamente distribuidos), se somete a pruebas de bondad de ajuste con el Autofit como la kolmogorov-Smirnov y la Anderson Darling, asumiendo el mínimo de la muestra como el mínimo de la distribución (assigned Bound). De lo contrario se opta por cargar la muestra de arribos al simulador.

- 4.5. Se revisa el ranking con distribuciones no rechazadas y se analizan graficas de ajustes (PP, QQ, Box Plot, Distribution).
- 4.6. Se selecciona la mejor distribución teórica de probabilidad. Si todas presenta rechazos y su calidad de ajuste es baja, se opta por una distribución empírica. (construida desde los datos).

5 CAPÍTULO V. Resultados

5.1 **Comprobar el comportamiento no estacionario de la función de demanda diaria en términos de arribos de usuarios en la prestación de servicios alimenticios, teniendo como referencia la cafetería de mayor demanda (Isabella).**

Para comprobar el comportamiento de la función de demandada diaria en primer lugar se llevó a cabo una reunión con los administradores de las cafeterías a estudiar, y se llegó a un consenso de que los días con más arribos de usuarios eran de martes a jueves. Por lo anterior la toma de datos de todas las cafeterías se realizó en los días mencionados. Adicionalmente, se inició en la semana 3 del semestre electivo, puesto que a partir de ese momento se regula la presencia de la población universitaria y por ende sus consumos.

Es importante aclarar que la intención de este objetivo es delimitar el horario de la toma de datos, ya que existe una clara brecha entre la hora del almuerzo y el resto del día, en cuanto a tiempos de arribos y de servicio. Lo anterior se debe a que el trabajo de recolección de datos de arribos, servicios y los de validación del modelo, demandan muchas horas de trabajo que sobrepasan los recursos y el tiempo de entrega del proyecto.

Para cumplir con el primer objetivo del proyecto se realizó la toma de datos de arribos de clientes en la cafetería Isabella a lo largo de la jornada laboral que maneja el establecimiento; la cafetería inicia operaciones a las 6:30 a.m. y termina a las 9:00 p.m. de lunes a viernes. Dado que los recursos que se disponían eran muy limitados, se hacía imposible hacer una medición continua en un solo día; por esto se fragmentó la toma de datos en periodos de tiempo, distribuyéndolos en 3 días. El primer día (martes) se tomó el comportamiento de arribos en la franja de 7:00 a 11:00 a.m., para el segundo día (miércoles) fue de 4:00 a 9:00 p.m. y el tercero (jueves) de 6:30 a 7:00 a.m. y de 11 a.m. a 4:00 p.m.

La cafetería Isabella maneja un sistema de 3 colas. Una de ellas está disponible todo el día y las otras 2 solo operan en la hora del almuerzo. La función de las 3 líneas se describe a continuación:

- La línea central está en funcionamiento durante toda la jornada laboral.
- La línea ubicada en la zona izquierda del establecimiento funciona bajo la modalidad de ensamble (servir) de almuerzos de 11:00 a.m. a 2:00 p.m., en este punto termina operaciones y es cerrada.

- La línea ubicada en la zona derecha de la cafetería funciona bajo la modalidad de ensamble de almuerzos de 11:00 a.m. a 1:30 p.m., en este punto termina operaciones y es cerrada.

Como se mencionó anteriormente, la toma de datos de arribos de clientes de la cafetería Isabella se realizó a lo largo de toda su jornada de trabajo. Para lo anterior se hizo uso de un formato en Excel en donde se consolidaron los datos de tiempos entre arribos medidos con el cronómetro y el número de personas por cada arribo. El formato de Excel que se utilizó para la medición se encuentra como Anexo 1.

La toma de datos con una duración total de quince horas y media tuvo un conteo de 2146 arribos a la cafetería Isabella, los cuales se disponen en la Figura 2; cada dato en el gráfico representa la tasa de arribos de usuarios agrupada cada 15 minutos.



Figura 2. Tasa de arribos de clientes en franjas de 15 minutos a la cafetería Isabella.

Como se puede observar en la Figura 2, la demanda a lo largo de la mañana tiene un comportamiento estacionario hasta antes de las 11:00 a.m., en donde se observa un inicio de incremento de flujo de personas, tal que a las 12:45 p.m. alcanza su punto máximo, donde empieza el decrecimiento de la demanda hasta la 2:30 p.m., en donde empieza a comportarse de una manera más uniforme, registrando un nuevo aumento de menor proporción entre 5:30 y 6:30 p.m.

Si bien en la anterior gráfica se combinan franjas horarias de tres diferentes días no es concluyente al ser una única muestra de la curva de demanda (en número de

personas) de la cafetería que históricamente ha tenido el mayor flujo de clientela. Lo que sí se puede corroborar es la magnitud diferenciadora de arribos entre el mediodía y el resto de la jornada, llegando a ser tres veces mayor, ratificando que es la franja más crítica del día. En efecto, entre las 11:30 a.m. hasta la 1:30 p.m., se contabilizaron 842 arribos, y por ende será este horario el utilizado como referencia para la caracterización de los patrones de arribo de las demás cafeterías seleccionadas para el estudio.

52 Caracterizar los patrones de arribo de la clientela en las cafeterías seleccionadas para el estudio de la Universidad Icesi en su(s) hora(s) pico.

Se realizó la toma de los datos de los arribos de usuarios de las demás cafeterías seleccionadas para el estudio: Menta y Sabor, Anthony, Bristo edificio G, Bristo edificio B y Snack Café ([Figura 1](#)), en el horario previamente establecido como el de mayor flujo, de 11:30 a.m. a 1:30 p.m., entre los días martes a jueves.

Para la recolección de los tiempos de arribo de las demás cafeterías, se usaron los mismos recursos y metodología de la cafetería Isabella.

5.2.1 Análisis de los datos de patrones de arribo

Es evidente en la función de demanda de la principal cafetería que los arribos podrían ser no homogéneos durante el período de estudio de las dos horas. Frente a la simulación se perciben tres posibilidades de imitar los arribos de llegar a encontrar períodos estacionarios o no:

1. Ajustar a una distribución de tiempos entre arribos de individuos, reconociendo tiempos de ceros cuando lleguen varias personas simultáneamente.
2. Ajustar a una distribución de tiempos entre arribos de individuos/grupos y por aparte hallar otro ajuste para el número de personas dentro de cada arribo.
3. Ante tendencias, ciclos o estacionalidades que se puedan presentar, usar las muestras de datos de arribos en la simulación como arribos

programados, con pérdida de suavización y de densidad de valores que bien recogen las distribuciones de probabilidades.

Para el primer y segundo ajuste se requieren que las muestras recolectadas en orden cronológico cuenten con la propiedad I.I.D (independientes e idénticamente distribuidos), lo cual demanda una revisión si los tiempos varían en un rango, pero conservando la estacionariedad, descartando tendencias, ciclos o estacionalidades. En el tercer ajuste además de no poder representar de manera suavizada otras posibilidades de la variable aleatoria dentro del rango de variación, el modelo de simulación quedaría sujeto solamente a la variabilidad de los tiempos de servicio.

Para validar que los datos sean o no estacionarios se hace uso de 2 herramientas para tener certeza del comportamiento de los datos: la primera es un análisis empírico de la serie de tiempos entre arribos por individuo y series de tiempo entre arribos ya sea por individuo o grupo. La segunda es hacer uso de un test estadístico para serie de tiempos estacionarios.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se muestra el análisis de los datos para cada cafetería seleccionada:

5.2.1.1 Cafetería Isabella.

Con los datos que se obtuvieron en el primer objetivo, se usaron los comprendidos entre la franja de 11:30 a.m. a 1:30 am. La figura con el indicador de tasas de arribos para esta cafetería se muestra a continuación.

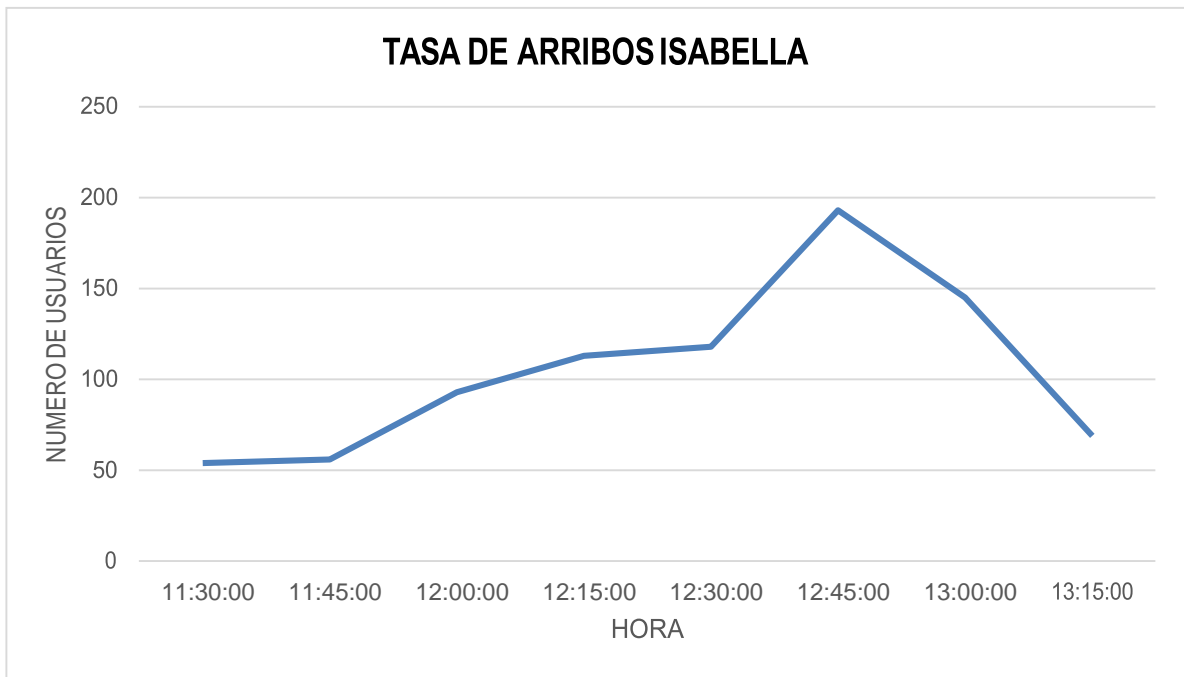


Figura 3. Tasa de arribos cafetería Isabella en la franja horaria caracterizada como crítica.

Para caracterizar el comportamiento, se presenta la serie de tiempos entre arribos por individuo (Figura 4). Aquí se encontró una dificultad para hacer un ajuste por la presencia de múltiples 0 que indican la llegada de varias personas en grupo.

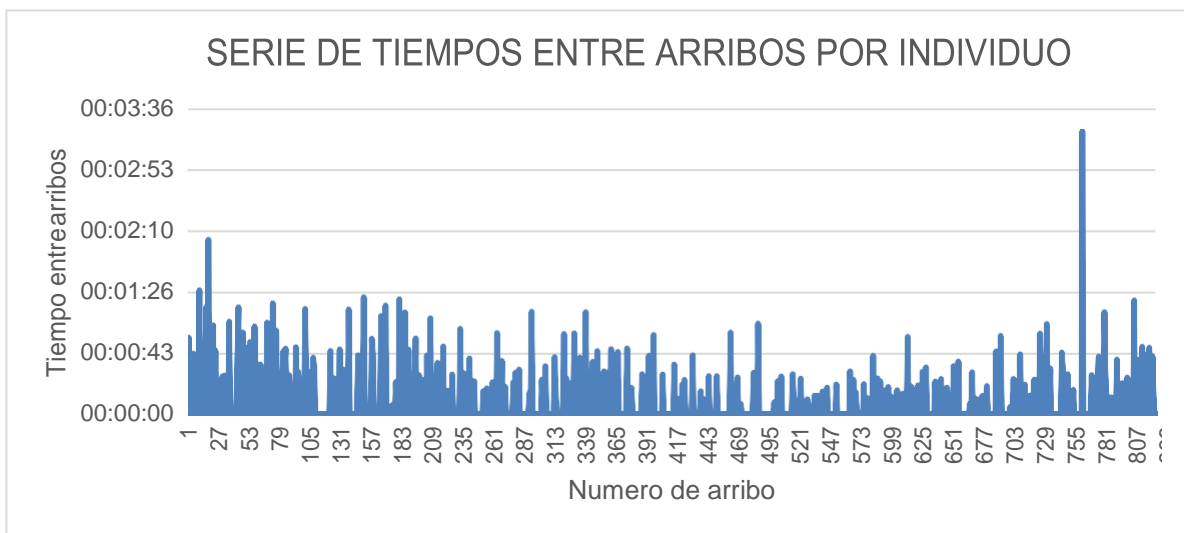


Figura 4. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería Isabella.

Luego de esto, se abre la posibilidad de separar los tiempos entre arribos, por un lado, y el tamaño del arribo en número de personas por el otro. Estos al parecer si tienen un ajuste, pero al cargar los datos en el software estadístico la validación de los datos no se da de la mejor manera. Existe la posibilidad de subdividir el rango de 2 horas en varios sub períodos, cada uno, con características de ser estacionario; pero esto complicaría más el estudio.

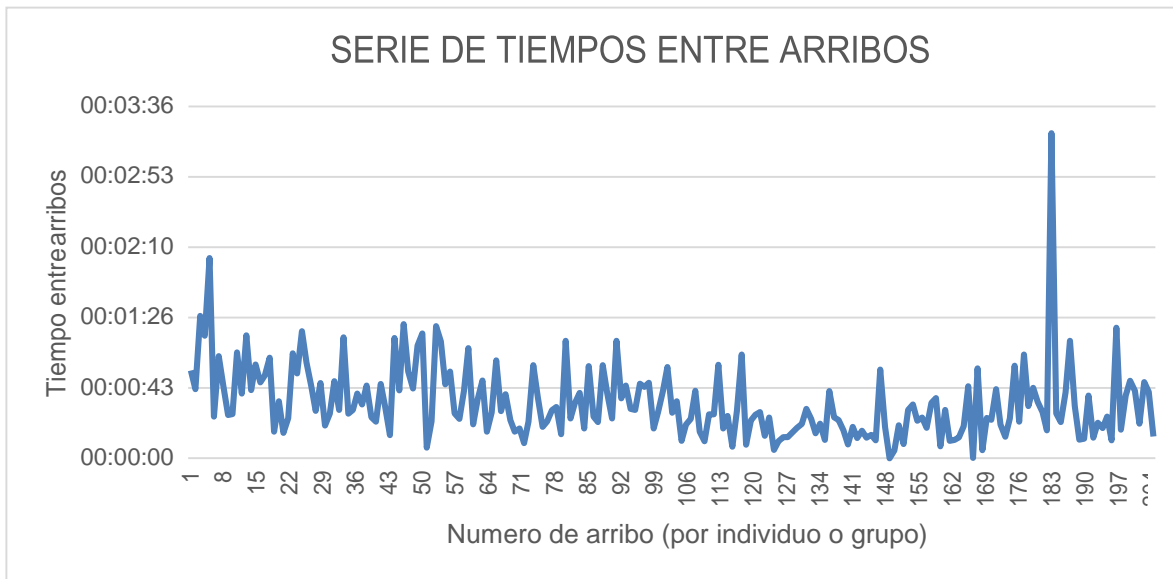


Figura 5. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería Isabella.

Con el fin de determinar la estacionariedad de los datos con base en las series de tiempos anteriores, se realizó un análisis gráfico en donde se observan si los tiempos entre arribos se distribuyen dentro de un rango determinado; de ser así, se clasifican como estacionarios, de lo contrario siguen un comportamiento no estacionario. Para este caso se puede observar que las series de tiempos durante las dos horas no oscilan dentro un rango fijo, por lo tanto, los datos no son estacionarios.

Para corroborar que en este caso los datos no eran estacionarios, como se evidencio en las Figura 3 y Figura 4 de las series de tiempos, se hace uso de la herramienta test para serie de tiempos estacionarios, en donde se cargaron muestras de 80 datos, extraídas de los tiempos entre arribos tomados en la cafetería. La prueba arrojó el resultado que se puede ver en el Anexo 2, esta nos ratifica que para la cafetería Isabella no se sigue un patrón de comportamiento estacionario.

Se sigue la metodología para determinar la estacionariedad de los tiempos entre arribos de todas las cafeterías, esto se resumen en la Tabla 1.

CAFETERIA	COMPORTAMIENTO
Bristo edificio G	No estacionario
Anthony	No estacionario
Menta y Sabor	Estacionario
Bristo edificio B	Estacionario
The Snack Cafe	No estacionario
Isabella	No estacionario

Tabla 1. Tabla del comportamiento de los datos de arribos en las cafeterías seleccionadas.

Para corroborar dichos comportamientos se puede remitir a Anexos en donde se encuentran las figuras de la tasa de arribos, series de tiempo por individuo e individuo/grupo, resultados de la herramienta usada para la estacionariedad y las figuras de independencia de auto correlación, dispersión de datos y pruebas de corrida para las demás cafeterías seleccionadas en el estudio.

Debido a que para la cafetería Isabella los datos no son estacionarios, no es necesario adjuntar la prueba de independencia de auto correlación, dispersión de datos y pruebas de corrida; sin embargo, se adjuntaran dichas pruebas para los casos en los que los datos presenten un comportamiento estacionario, teniendo en cuenta que el criterio de correlación sea menor a 0.5 para calificarlos como independientes.

Una vez teniendo claro lo anterior, para las cafeterías que cumple con la condición I.I.D (Menta y Sabor y Bristo edificio B), se someten a una prueba de bondad de ajuste y se realiza el respectivo análisis con las gráficas de ajustes para seleccionar la mejor distribución teórica de probabilidad. Estas distribuciones que se hallaron con la ayuda de StatFit, se muestran a continuación en la Tabla 2.

CAFETERIA	DISTRIBUCIÓN	PARAMETROS
MENTA Y SABOR	LOGNORMAL	LOCATION: 8.19 SCALE: 48.11 SHAPE: 0.89
BRISTO EDIFICIO B	LOGNORMAL	LOCATION: 6.18 SCALE: 73.72 SHAPE: 0.81

Tabla 2. Distribución de probabilidad para los arribos de la cafetería Menta y Sabor y Bristo edificio B.

Para las cafeterías que no se pudieron ajustar a ninguna distribución de probabilidad, se tomó una segunda muestra para demostrar que los datos siguen cierta tendencia y no se comportan de una manera aleatoria.

5.2.2 Segunda muestra

En la segunda muestra se evidencio que el comportamiento de la demanda de las cafeterías es muy similar. Hay que tener en cuenta que hubo unas muestras que se tomaron un día diferente al de la primera muestra de cada cafetería respectivamente. El comportamiento de estos arribos se evidencia a continuación:

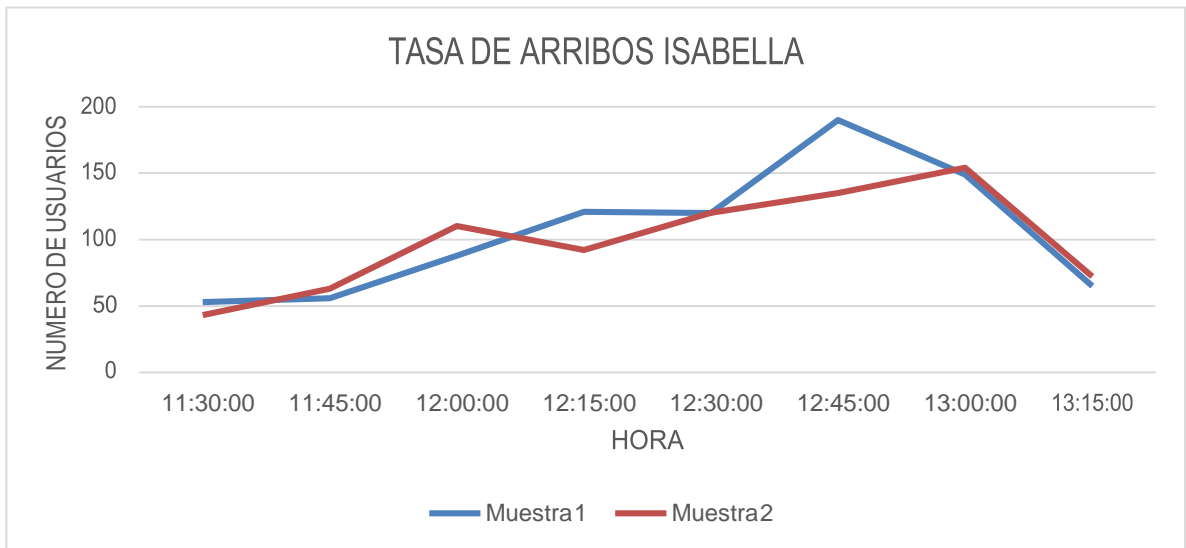


Figura 6. Comparación de la tasa de arribos en las 2 muestras tomadas en Isabella.

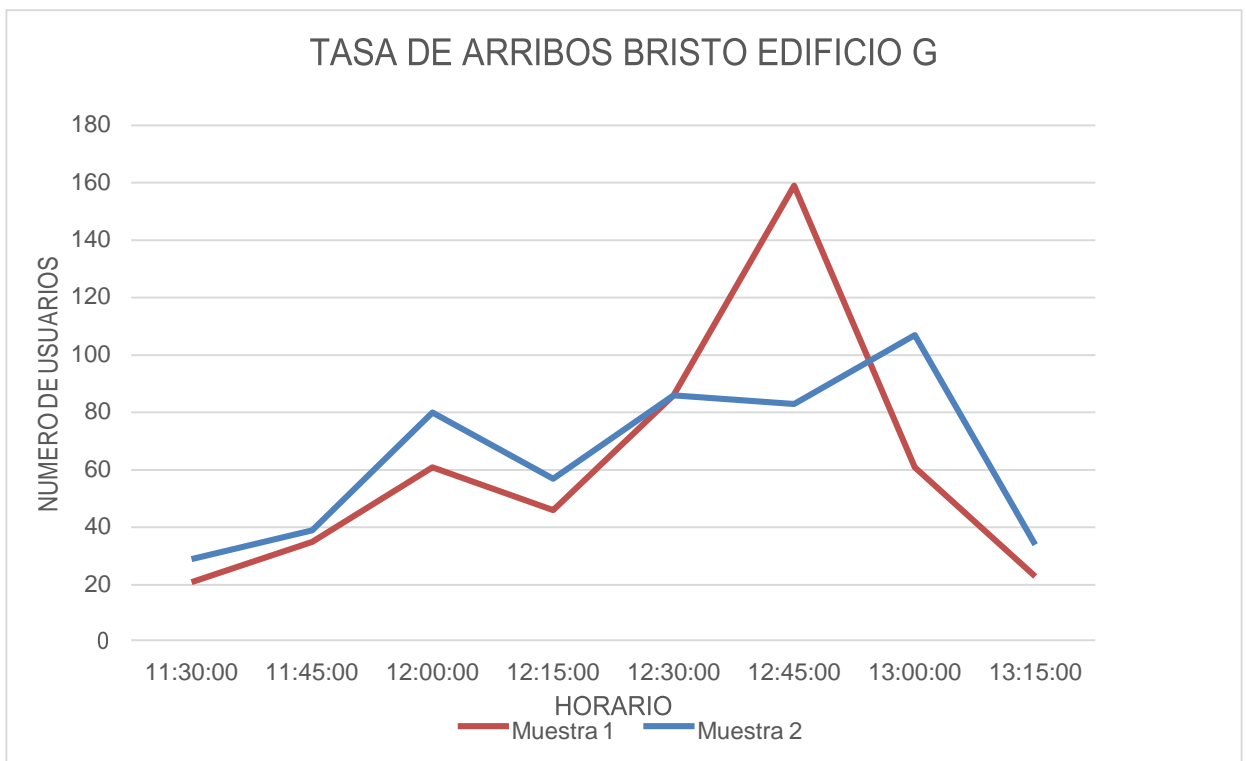


Figura 7. Comparación de la tasa de arribos en las 2 muestras tomadas en Bristo edificio G.

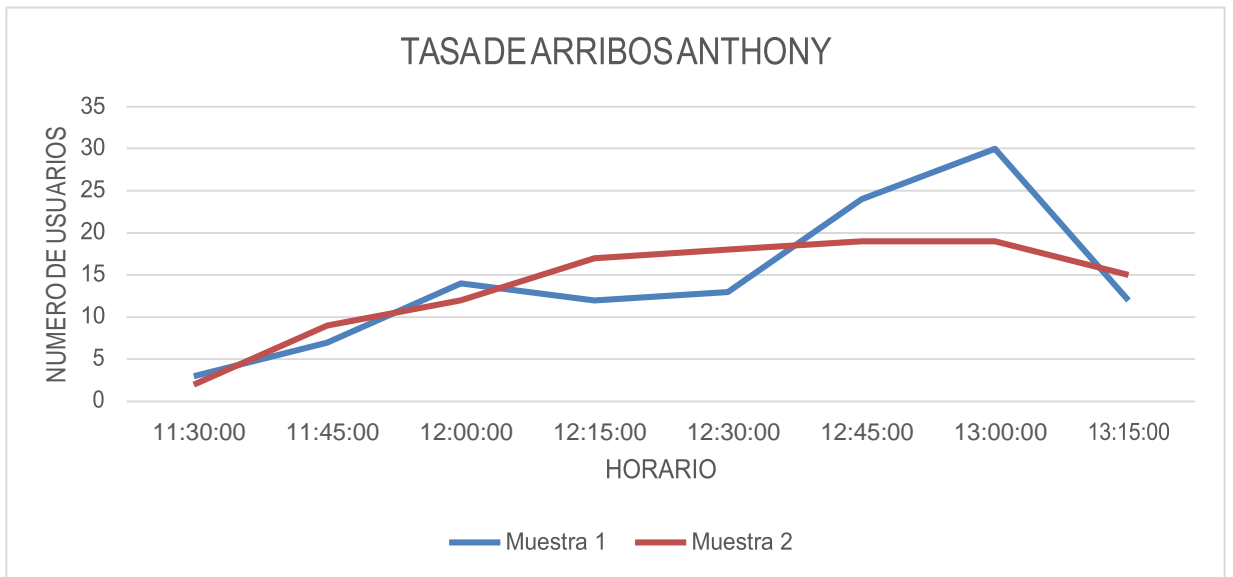


Figura 8. Comparación de la tasa de arribos en las 2 muestras tomadas en Anthony.

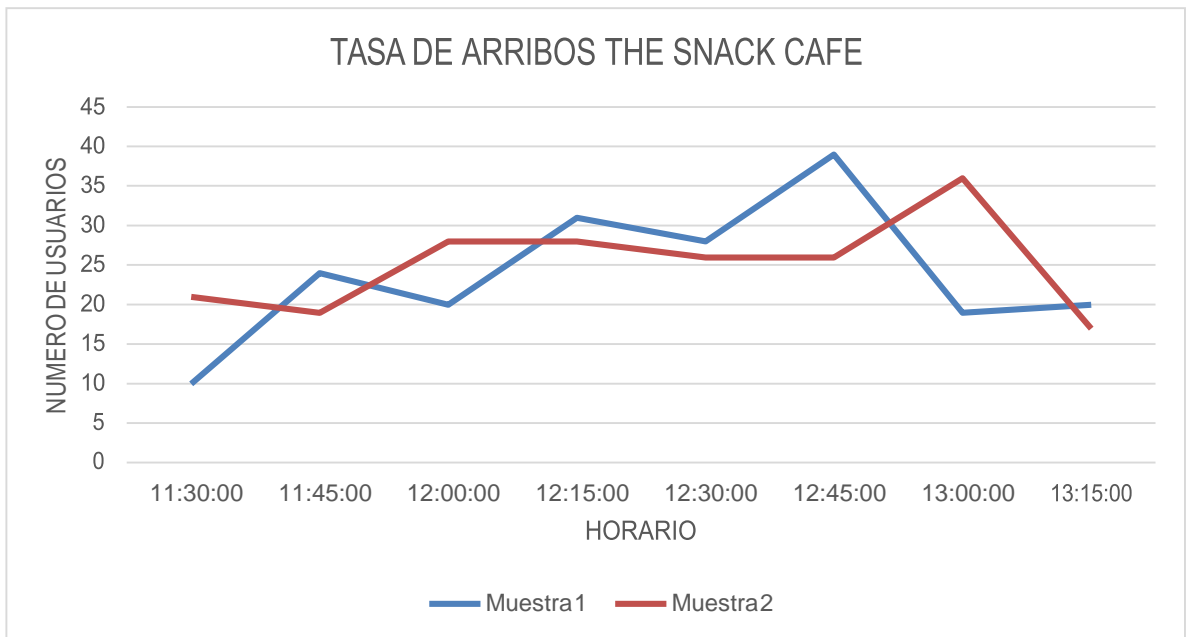


Figura 9. Comparación de la tasa de arribos en las 2 muestras tomadas en The Snack Café.

Se puede apreciar, ya que el comportamiento es similar, que los datos no son aleatorios.

Para terminar con el segundo objetivo del proyecto, se realizó la caracterización de los modelos de servicio que presentan las diferentes cafeterías seleccionadas para el estudio. Para el caso de las cafeterías Isabella, Menta y Sabor, Anthony y Bristo edificio G, se presentan líneas con modelo de ensamblaje de plato y pago.

El modelo de ensamblaje consiste en el arribo del usuario a la cola principal, donde posteriormente se le pasa por varias fases para ser armado el plato según su gusto, elementos como el seco, ensaladas y la proteína son las subestaciones que se encuentran dentro de la línea de ensamblaje.

En la estación de pago, depende de si se es becado o no, ya que si se es becado se debe hacer un registro previo en el lector biométrico para que este genere un ticket y el usuario pueda entregarlo en caja al final del servicio.

En Menta y Sabor y Bristo edificio G el pago se debe hacer antes de la línea de ensamblaje; lo contrario a las cafeterías Isabella y Anthony donde el pago se hace después del ensamblaje. Los restaurantes que proveen el servicio de almuerzos a usuarios becados son cafetería Isabella y Bristo edificio G, son las únicas habilitadas dentro del campus con lectores biométricos para el pago de alimentos. El proceso de ensamblaje de plato se muestra en el Anexo 47.

El esquema de servicio que se evidencio en las dos cafeterías restantes, The Snack y Bristo edificio B, es el modelo de servicio bajo pedido, el cual consiste en dos fases, en la primera el usuario debe realizar una cola para la selección y pago de su pedido, en la segunda fase el usuario debe esperar a que su pedido esté listo para ser recogido. Para este estudio solo se evaluará la estación de pago, debido a que la parte de alistamiento de pedido es muy difícil de documentar por la amplia variedad del menú de estas cafeterías.

El proceso de servicio bajo pedido se muestra en el Anexo 48.

5.3 Caracterizar los patrones de servicio en la(s) hora(s) pico de las cafeterías seleccionadas y medir el nivel de uso de los comedores asociados.

Para la caracterización de los niveles de servicio, se realizó la toma de muestras por medio de videograbaciones; se planteó el uso de cámaras con la finalidad de obtener el mayor número de datos recolectados, ya que, al hacer el proceso de forma manual con ayuda de cronómetros, no se logrará obtener a tiempo la muestra necesaria.

Para la toma de los tiempos de servicio en los sistemas se desarrollaron 3 nuevos formatos que se ajustan a los diferentes esquemas de servicio que se presentan en cada cafetería.

En la sección de anexos se pueden ver los 3 formatos realizados para la toma de tiempos de servicio.

Se establece la toma de 30 muestras de datos, por franjas horarias que tendrán una duración de 30 minutos, a lo largo de la jornada de hora crítica de 11:30 a.m. a 1:30 p.m.; para así cumplir con un total de 120 muestras de los tiempos de servicio en cada una de las cafeterías seleccionadas.

5.3.1 Análisis de los datos de tiempos en el sistema.

Luego de la toma de datos, se analizó los tiempos de servicio de cada una de las cafeterías. En el caso de que el tiempo de servicio fuera la suma del tiempo de pago y de ensamble, estos tiempos se analizaron por separado. Lo anterior es importante puesto que se pueden ajustar cada uno de estos tiempos a una distribución diferente.

Se analizaron las estadísticas descriptivas en franjas de 30 minutos, para determinar si existían diferencias significativas, para todas las cafeterías se encontró que en la primera hora presentaban un comportamiento similar entre sus dos franjas horarias de 30 minutos, al igual pasaba entre las dos franjas de la segunda hora, es decir que cada hora dentro de la franja horaria presentaban comportamientos diferentes.

Para que se pueda ajustar a una distribución de probabilidad lo primero que hay que hacer es comprobar si los datos son o no estacionarios. En seguida se muestran la

serie de tiempos de servicio en las cafeterías a estudiar, para probar que son estacionarias.

5.3.1.1 Cafetería Isabella.

Para el caso de la cafetería Isabella, el tiempo de servicio se compone de 2 momentos: ensamble de plato y pago. Estos 2 tiempos fueron medidos por separado pues es posible que cada uno se ajustará a una función de probabilidad diferente.

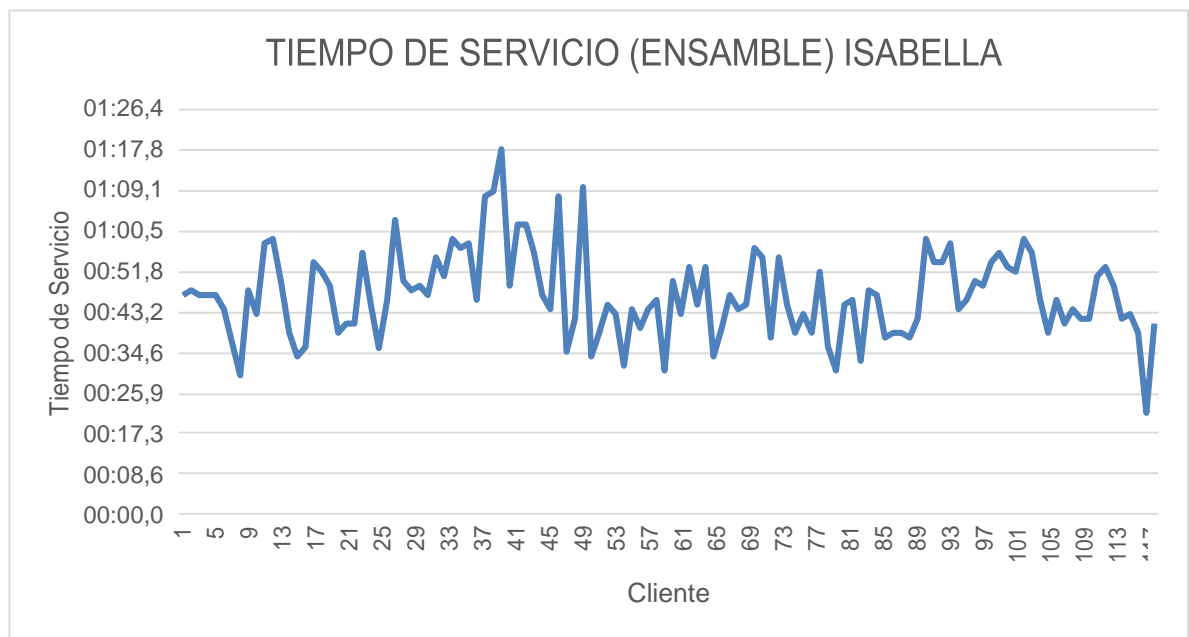


Figura 10. Tiempos de ensamble de plato en la cafetería Isabella.

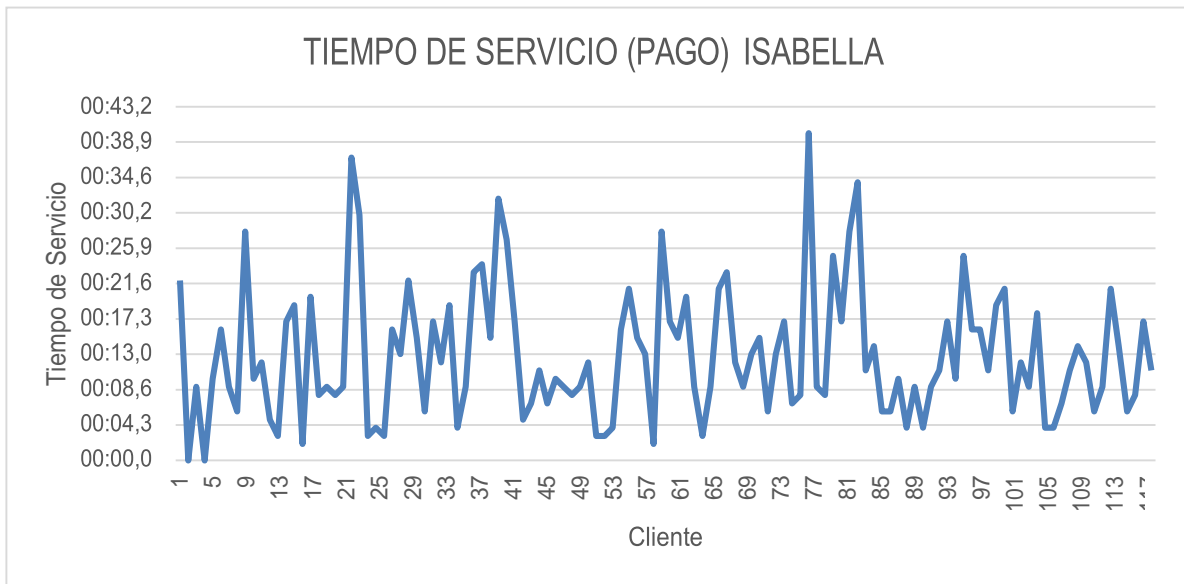


Figura 11. Tiempos de pago en la cafetería Isabella.

5.3.1.2 Cafetería Bristo edificio G

Para el caso de la cafetería Bristo edificio G el tiempo de servicio se compone de 2 momentos, ensamble de plato y pago. Estos 2 tiempos fueron medidos por separado pues es posible que cada uno se ajustará a una función de probabilidad diferente.

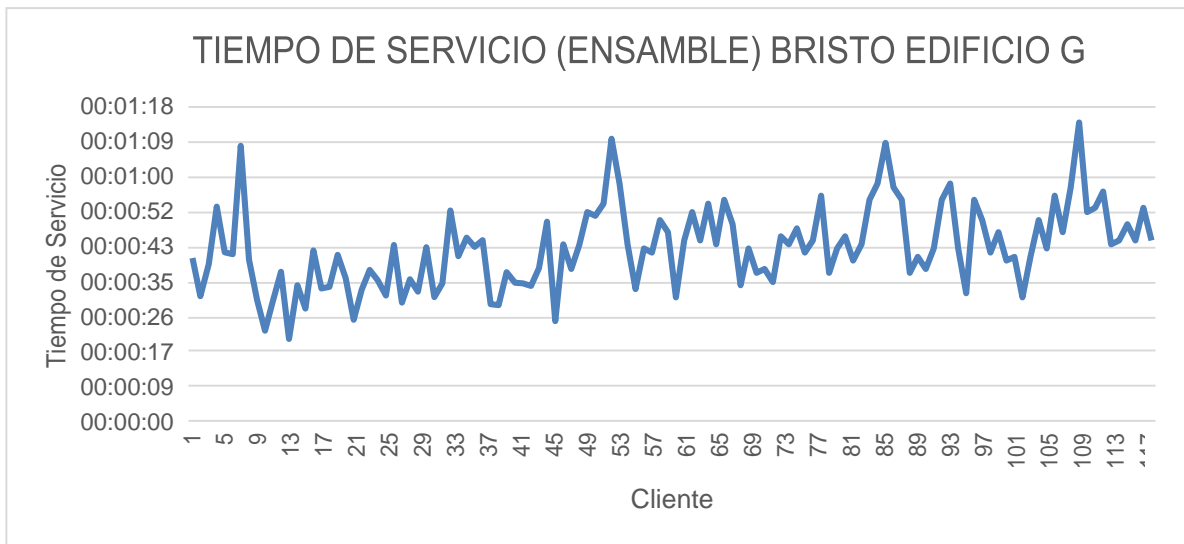


Figura 12. Tiempos de ensamble de plato en la cafetería Bristo edificio G.

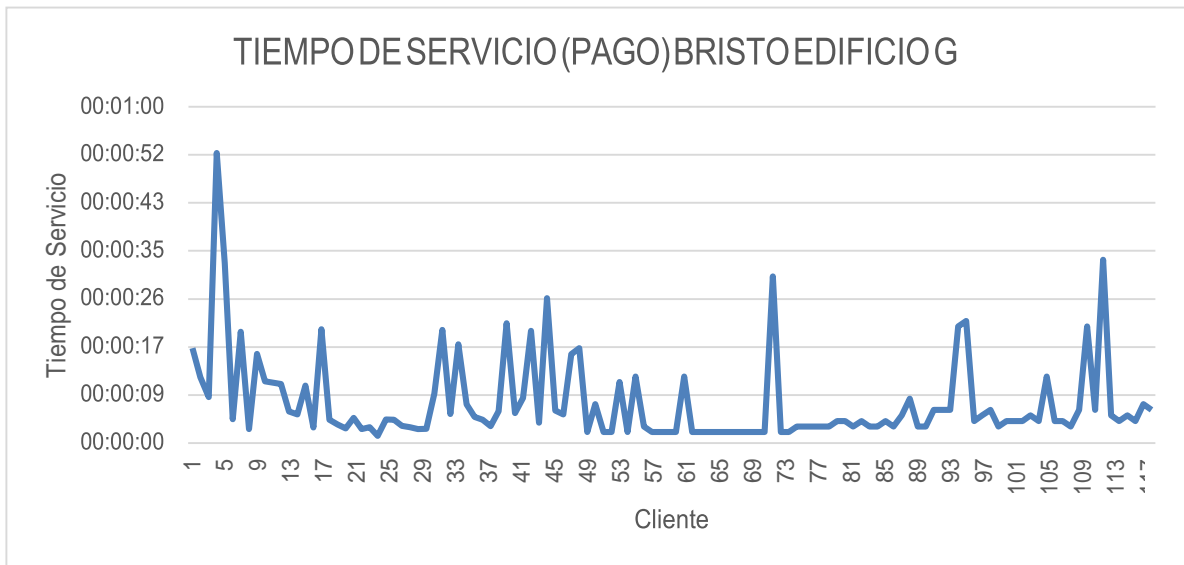


Figura 13. Tiempos de pago en la cafetería Bristo edificio G.

5.3.1.3 Cafetería Anthony

Para el caso de la cafetería Anthony, el tiempo de servicio se compone de 2 momentos, ensamble de plato y pago. Estos 2 tiempos fueron medidos por separado pues es posible que cada uno se ajustará a una función de probabilidad diferente.

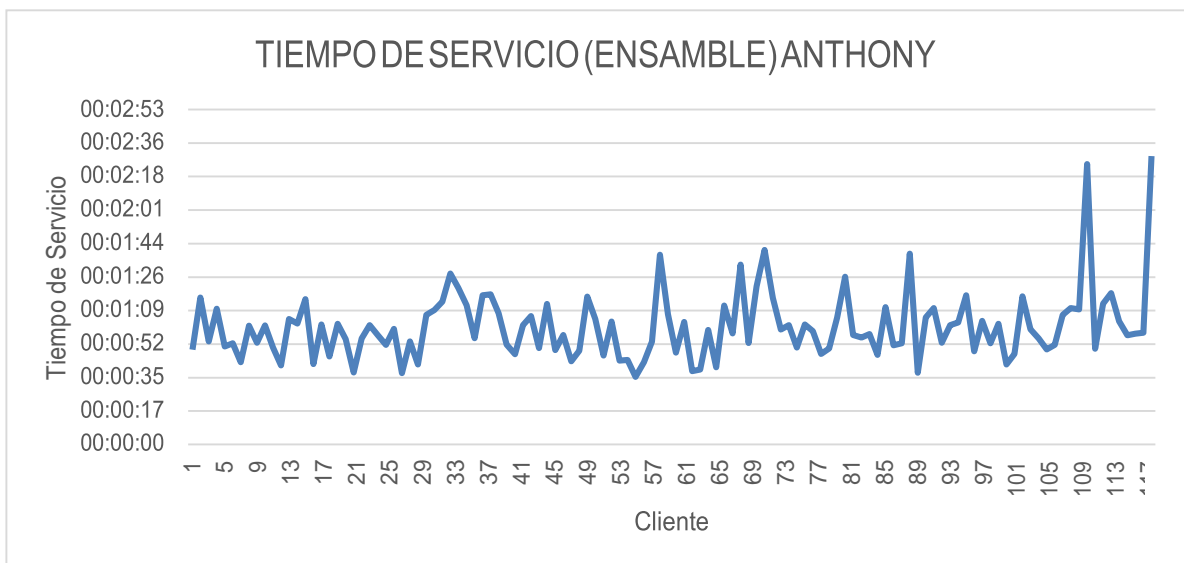


Figura 14. Tiempos de ensamble de plato en la cafetería Anthony.

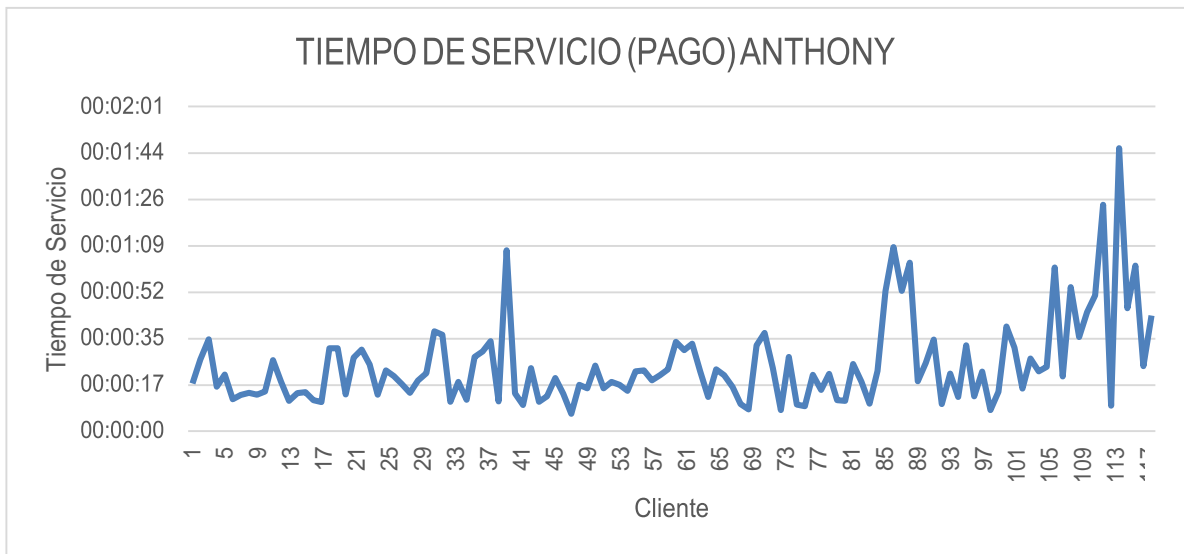


Figura 15. Tiempos de pago en la cafetería Anthony.

5.3.1.4 Cafetería Menta y Sabor

Para el caso de la cafetería de menta y sabor, el tiempo de servicio se compone de 2 momentos, pago y ensamble de plato. Estos 2 tiempos fueron medidos por separado pues es posible que cada uno se ajustará a una función de probabilidad diferente.

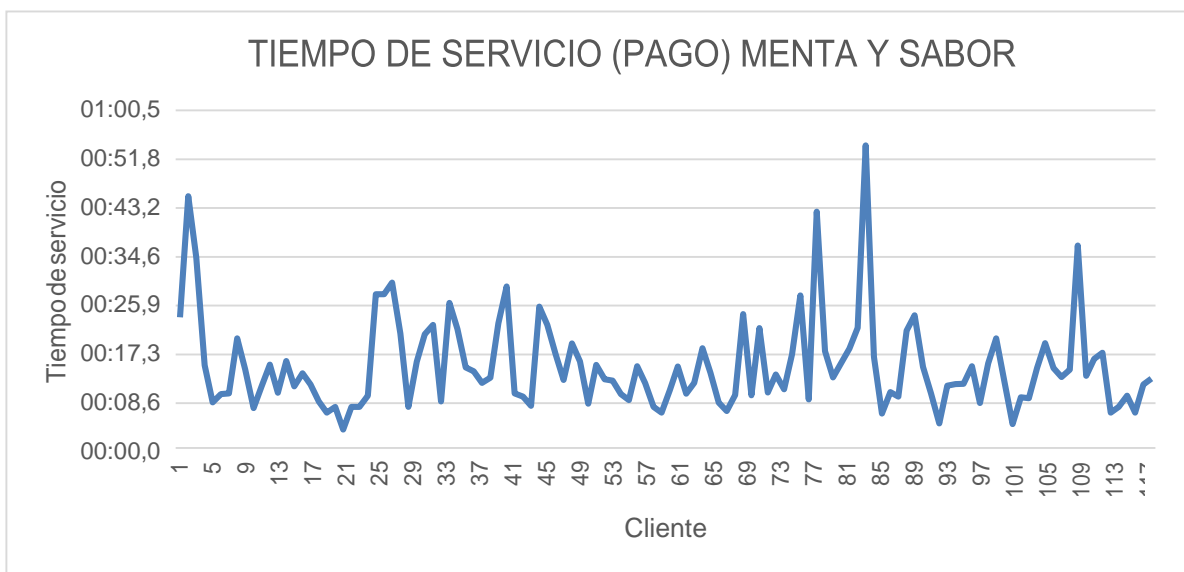


Figura 16. Tiempos de pago en la cafetería Menta y Sabor.

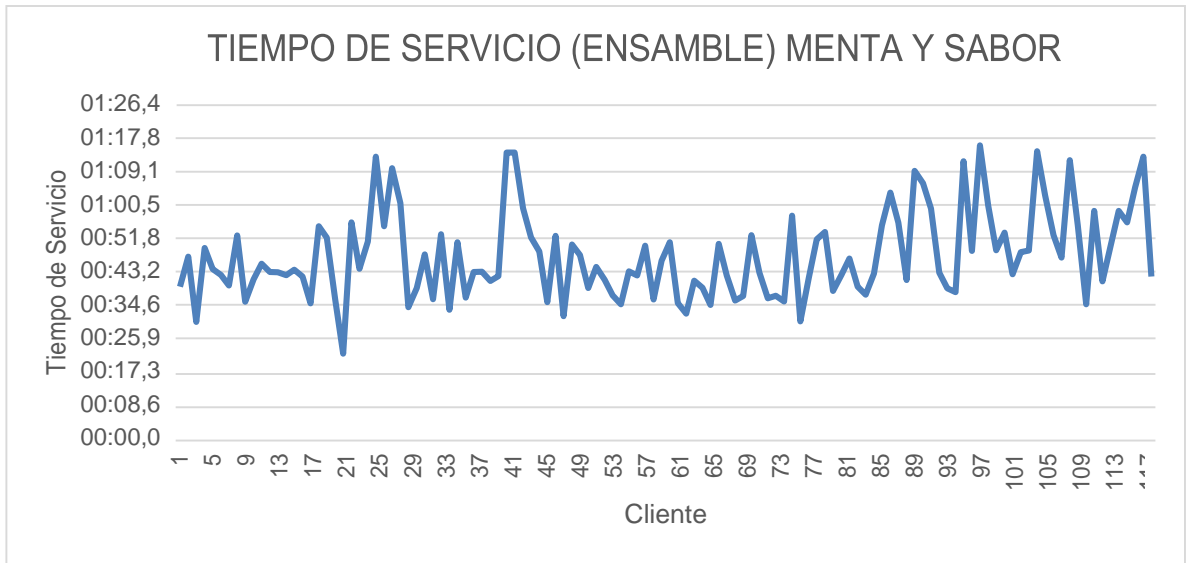


Figura 17. Tiempos de ensamble de plato en la cafetería Menta y Sabor.

5.3.1.5 Cafetería Bristo edificio B

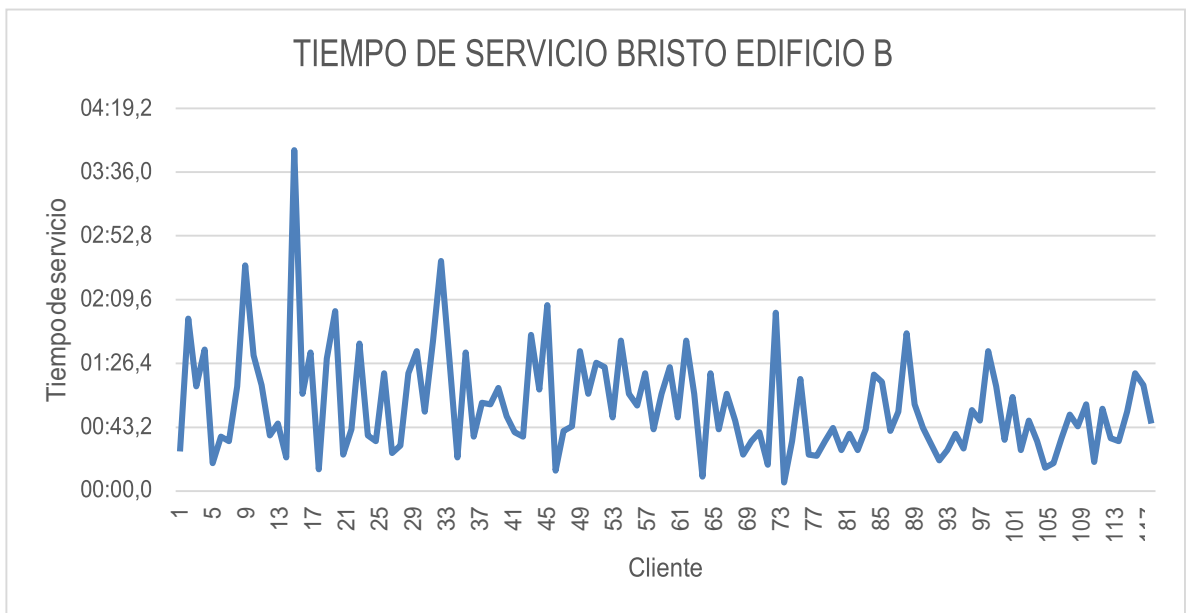


Figura 18. Tiempos de servicio en la cafetería Bristo edificio G

5.3.1.6 Cafetería Snack Café

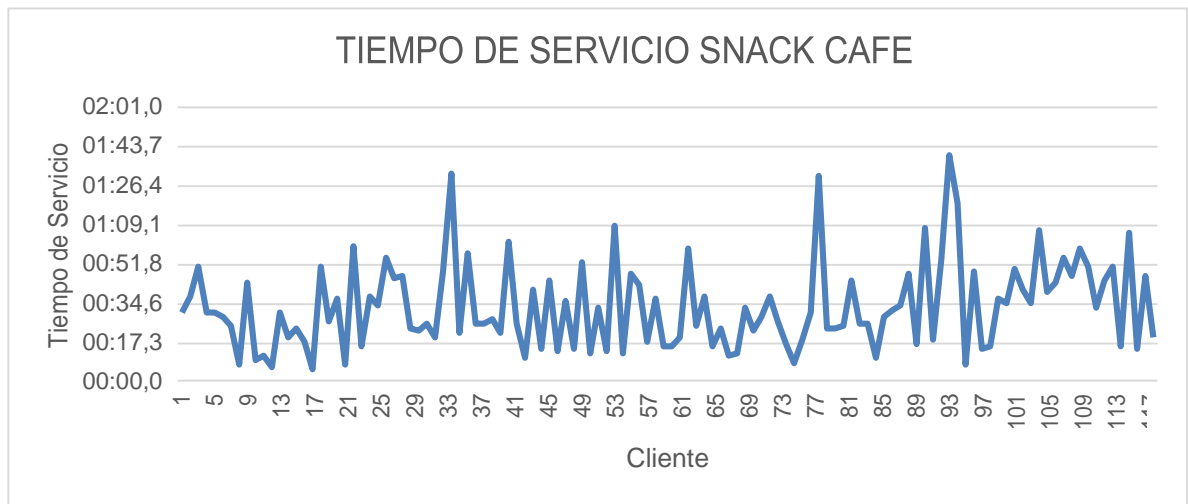


Figura 19. Tiempos de servicio en la cafetería Snack Café.

Como se pudo observar en las figuras anteriores, todos los tiempos de servicio de las diferentes cafeterías son estacionarios, ya que todos se encuentran generalmente dentro de un rango específico por cada hora. Dado que se conoce la estacionariedad de las cafeterías, se procede a realizar las pruebas de independencia de auto correlación, dispersión y pruebas de corrida (run test) para todos los tiempos de servicio (pago y ensamble) de las cafeterías. En la sección de anexos se adjuntan los resultados de estas pruebas.

Una vez determinada la condición I.I.D para todas las cafeterías, se someten a una prueba de bondad de ajuste y se realiza el respectivo análisis con las gráficas de ajustes para seleccionar la mejor distribución teórica de probabilidad. Sin dejar de lado que el ajuste probabilístico es a una distribución de probabilidad específica, debemos dejar claro que la variación entre horas obliga a parametrizar las distribuciones probabilísticas de manera distinta para cada lapso de 60 minutos, puesto que entre horas las medias y sus parámetros cambian.

A continuación, se muestra un resumen de las distribuciones de probabilidad que se ajustaron a las diferentes cafeterías para el tiempo de servicio.

Cafetería	Franja Horaria	Distribución	Tiempo de Ensamble	Distribución	Tiempo de Pago
Isabella	11:30-12:30	ERLANG	LOCATION: 20,60 SCALE: 3,08 SHAPE: 9	WEIBULL	LOCATION: 0 SCALE: 13,86 SHAPE: 1,46
	12:30-1:30	ERLANG	LOCATION: 20,70 SCALE: 2,78 SHAPE: 9	WEIBULL	LOCATION: 0 SCALE: 13,86 SHAPE: 1,47
Menta y Sabor	11:30-12:30	INVERSE GAUSSIAN	LOCATION: 22 SCALE: 23,5 SHAPE: 100	LOG-LOGISTIC	LOCATION: 4 SCALE: 9,14 SHAPE: 2,74
	12:30-1:30	INVERSE GAUSSIAN	LOCATION: 22 SCALE: 27,2 SHAPE: 100	LOG-LOGISTIC	LOCATION: 4,10 SCALE: 8,44 SHAPE: 2,54
Bristo Edificio B	11:30-12:30	NO TIENE		GAMMA	LOCATION: 6,8 SCALE: 20,9 SHAPE: 2,97
	12:30-1:30			GAMMA	LOCATION: 6,9 SCALE: 8,4 SHAPE: 4,87
Anthony	11:30-12:30	WEIBULL	LOCATION: 33,5 SCALE: 27,6 SHAPE: 1,63	LOGNORMAL	LOCATION: 4,24 SCALE: 14,66 SHAPE: 0,42
	12:30-1:30	WEIBULL	LOCATION: 36,2 SCALE: 31 SHAPE: 2,33	LOGNORMAL	LOCATION: 6,24 SCALE: 20,26 SHAPE: 0,52
The Snack Café	11:30-12:30	NO TIENE		WEIBULL	LOCATION: 6 SCALE: 28,7 SHAPE: 2,4
	12:30-1:30			WEIBULL	LOCATION: 6,2 SCALE: 32,9 SHAPE: 3,6
Bristo Edificio G	11:30-12:30	WEIBULL	LOCATION: 18,4 SCALE: 23,7 SHAPE: 2,85	INVERSE GAUSSIAN	LOCATION: 1 SCALE: 7,99 SHAPE: 3,84
	12:30-1:30	WEIBULL	LOCATION: 21,2 SCALE: 28,5 SHAPE: 3,65	INVERSE GAUSSIAN	LOCATION: 1 SCALE: 4,99 SHAPE: 3,64

Tabla 3. Distribuciones fraccionadas por hora utilizadas en el modelo de Simulación

5.3.2 Análisis del nivel de uso de comedores asociados.

Para completar el objetivo, se procedió a medir los niveles de ocupación de las sillas y mesas aledañas a las cafeterías seleccionadas, por medio de muestras filmicas y fotográficas por franjas de 30 minutos. Cada cafetería tiene una zona dispuesta por la universidad, las cuales se encuentran dotadas con mesas y sillas, y que pueden ser compartidas entre varias cafeterías contiguas.

A continuación, se especifica la dotación de cada zona:

Cafeterias	Sillas	Mesas
Edificio Central	672	165
The Snack Cafe	190	35
Bristo Edificio B	222	40
Bristo Edificio G	706	237

Tabla 4. Dotación de mesas y sillas por zona

Los siguientes son los porcentajes de ocupación obtenidos de la recolección de datos:

Cafeterias	11:30-12:00	12:00-12:30	12:30-1:00	1:00-1:30
Edificio Central	14%	22%	28%	49%
The Snack Cafe	37%	37%	54%	56%
Bristo Edificio B	25%	29%	34%	43%
Bristo Edificio G	16%	18%	37%	43%

Tabla 5. Porcentaje de ocupación de sillas por zona y franja horaria.

Cafeterias	11:30-12:00	12:00-12:30	12:30-1:00	1:00-1:30
Edificio Central	36%	45%	58%	92%
The Snack Cafe	77%	86%	100%	100%
Bristo Edificio B	70%	78%	98%	98%
Bristo Edificio G	25%	29%	57%	60%

Tabla 6. Porcentaje de ocupación de mesas por zona y franja horaria.

Como se observa en las Tabla 5 y Tabla 6, a medida que avanza la franja horaria los porcentajes de ocupación aumentan. Por el lado de las mesas se llegan a un punto en donde se ocupan casi al 100% pero sobran sillas, la universidad, a la medida que pueda dotar estos espacios no debería usar mesas de 4 y 6 sillas, sino apelar a mesas de 2 puestos y disponer de lineales perimétricos para usuarios individuales.

Es importante resaltar el estado crítico de disponibilidad de comedores, lo cual genera inconvenientes no solo a los clientes sino a los prestadores de servicio, al querer agilizar los tiempos de servicio a una clientela que le cuesta trabajo conseguir un sitio para sentarse y comer.

5.4 Establecer los indicadores de servicio de tiempos basados en modelos de simulación discreta, la ocupación de los comedores y determinar un comparativo de productividad entre los prestadores seleccionados.

5.4.1 Conceptualización del modelo

Los datos que se recolectaron a lo largo de todo el proyecto, fueron la base del modelo de simulación. Pero, antes que nada, para realizar la interfaz de la simulación, se debe caracterizar el modelo de servicio de cada cafetería, para construirlo de manera más sencilla. Se puede observar que las 6 cafeterías de estudio se clasifican en 2 modelos (bajo pedido y ensamble) que se muestran en los Anexo 47 y Anexo 48. Las cafeterías que se comportan como pedido son The Snack Café y Bristo edificio B; por otro lado, las que se comportan bajo ensamble son Isabella, Anthony, Menta y Sabor, Bristo edificio G.

Teniendo en cuenta lo anterior, se usó el simulador FlexSim para construir el modelo de cada cafetería según su caracterización.

5.4.2 Construcción computarizada del modelo

Teniendo en cuenta los modelos de servicio, los resultados obtenidos en las pruebas de estacionariedad, tanto de datos de arribos como de servicio y la cantidad de recursos con los que cuenta cada cafetería, se procede a realizar el layout del modelo de simulación apoyados en los siguientes recursos ofrecidos por FlexSim:

Objeto	Uso
<p>Source:</p> 	<p>Representan los arribos de cada cafetería. En este recurso se cargan los datos entre arribos o la distribución según lo establecido previamente para cada cafetería.</p>
<p>Separator:</p> 	<p>Sirve para convertir los arribos en personas, regido por una distribución de probabilidad empírica, la cual esta contenida en una Global Table.</p>
<p>Processor:</p> 	<p>Representan los servidores de pago y ensamble. Aquí se cargan las distribuciones de probabilidad dividida por cada hora (Ver Tabla 3)</p>
<p>Queue:</p> 	<p>Hacen las veces de colas en el sistema.</p>
<p>Sink:</p> 	<p>Se emplea para sacar las entidades del sistema.</p>

Tabla 7. Recursos para la construcción del modelo en FlexSim.

Se presenta a continuación el modelo de simulación para las 6 cafeterías seleccionadas para el estudio:

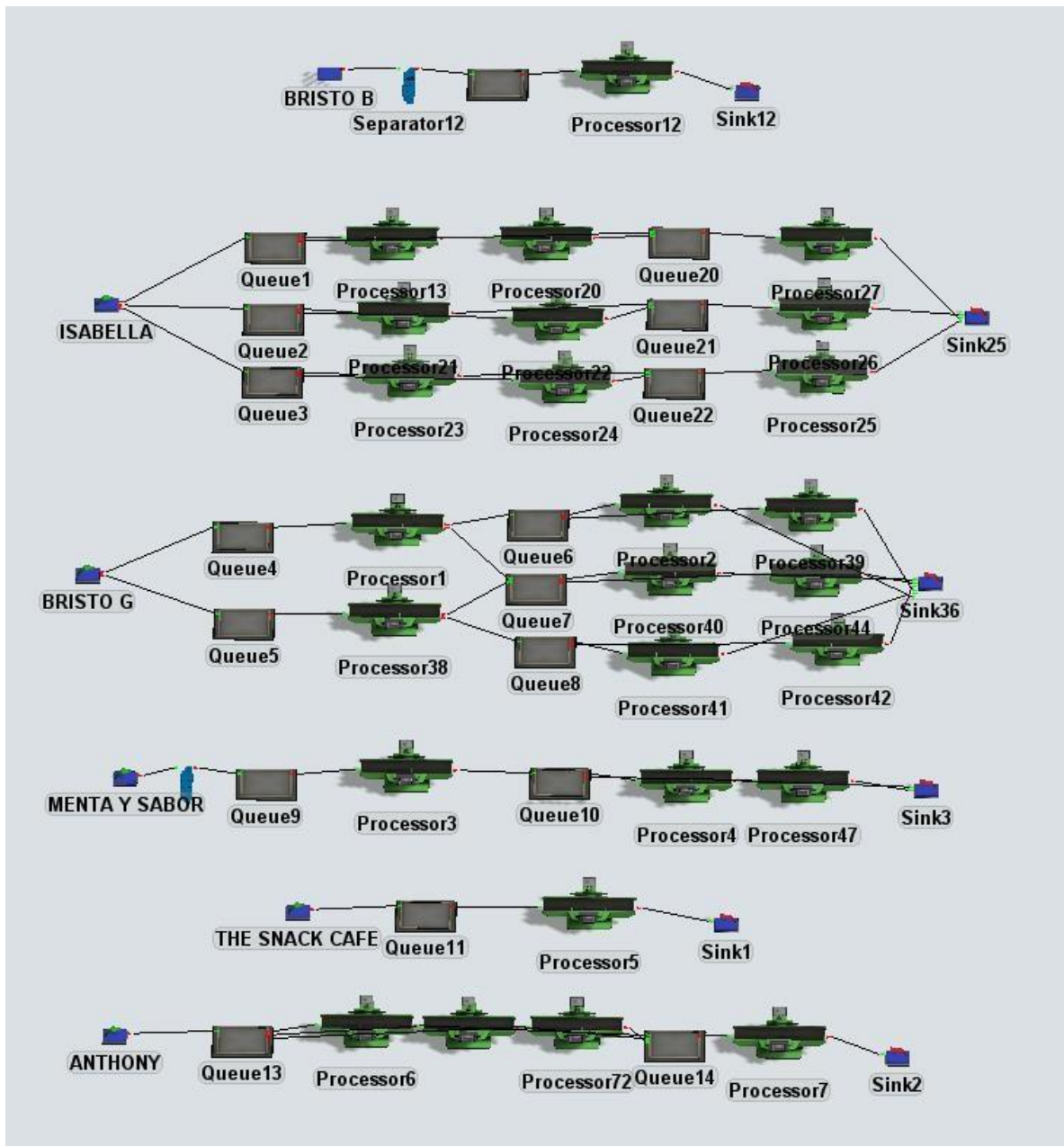


Figura 20. Layout del modelo de simulación para cada cafetería seleccionada.

Al momento de comenzar el modelo se decidió que todos los datos se iban a tratar en segundos, así que los tiempos entre arribos y de servicio se cargaron en esta unidad de tiempo. Por lo tanto, las estadísticas extraídas del modelo se encuentran en esta unidad.

5.4.3 Verificación y validación del modelo.

Para la verificación, se hacen diversas corridas del modelo en donde se observa que las personas dentro del modelo siguen una secuencia lógica de acuerdo a cada esquema de servicio simulado, no se encuentra saltos de entidades ni errores de corrida que resalten fallas en la simulación.

En cuanto a la validación es importante corroborar que la simulación se comporte similar o igual a la realidad. Para esto se tomará como indicadores los tiempos en cola, de ensamble y de pago arrojados por el simulador. Los anteriores se compararán con los obtenidos en las muestras (realidad) y en caso de que estos sean parecidos o iguales, se puede afirmar que la validación se hizo de la mejor manera.

Para validar los datos se hizo uso del recurso Experiment de FlexSim, en este se realizaron 50 réplicas de la corrida del modelo, se obtuvieron de estos experimentos los tiempos promedio en cola, en pago y ensamble, que están dados en la Tabla 8. como intervalos al 95% de nivel de confianza

En seguida (Tabla 8) se puede observar el comparativo entre datos del simulador y la realidad. Los campos que se encuentran en color verde son estadísticas validadas, las rojas no y las amarillas se acercan.

Cafeterias	Tiempo en cola	Tiempo de ensamble	Tiempo de pago
Isabella	simulador : 280.7-284.5	simulador : 45.70-45.85	simulador : 13.07-13.29
	real: 164.74	real: 47.1	real: 12.8
Menta y Sabor	simulador : 16.8-19.1	simulador : 48.8-49.3	simulador : 15-15.6
	real: 16	real: 47.4	real: 15.3
Bristo Edificio B	simulador : 132-191	NO TIENE	simulador : 48.1-49.2
	real: 152.4		real: 58.38
Anthony	simulador : 24.8-28.9	simulador : 71.3-73.1	simulador : 29.1-29.7
	real: 29.24	real: 60.93	real: 24.87
The Snack	simulador : 298-331	NO TIENE	simulador : 35.7-36.1
	real: 100.54		real: 33.5
Bristo Edificio G	simulador : 43.1-45.7	simulador : 46.37-46.53	simulador : 8.83-8.99
	real: 43.7	real: 43	real: 7

Tabla 8. Cuadro comparativo de datos obtenidos en el simulador frente a la realidad en segundos.

Se puede notar que la mayoría de los tiempos de la simulación son similares a los obtenidos en la realidad. Aunque algunos presentan ciertas desviaciones, estas no son significativas, por lo tanto, se podrá afirmar que el modelo ha sido validado en cuanto a tiempos en cola y en el sistema.

Para validar la acumulación de arribos en franjas de 1 hora, se utilizaron de nuevo las 50 réplicas con un nivel de confianza al 95%. Estas arrojaron las estadísticas resumidas en la siguiente tabla.

Cafetería	Franja Horaria	Arribos promedio simulador(Personas)	Arribos en la realidad (Personas)
Isabella	11:30-12:30	316	316
	12:30-1:30	525	525
Menta y Sabor	11:30-12:30	72-78	54
	12:30-1:30	71-79	94
Bristo Edificio B	11:30-12:30	53-60	36
	12:30-1:30	54-60	81
Anthony	11:30-12:30	36	36
	12:30-1:30	79	79
The Snack Café	11:30-12:30	96	96
	12:30-1:30	105	105
Bristo Edificio G	11:30-12:30	163	163
	12:30-1:30	329	329

Tabla 9. Cuadro comparativo de los arribos promedio de usuarios en el simulador frente a la realidad.

Para las cafeterías Isabella, Anthony, The snack Café y Bristo edificio G los arribos se validan, precisamente porque aquí se cargaron los datos directos de la muestra en el simulador. Por otro lado, para Menta y Sabor y Bristo edificio B, no se validaron del todo; esto quiere decir que para las 2 horas en conjunto si se encuentran dentro del rango. Pero cuando se miran por hora, los arribos no están siendo congruentes con lo que se dice anteriormente, que en la segunda hora es donde se congestionan más las cafeterías y los arribos son mayores. Lo anterior obliga a tratar de realizar el ajuste probabilístico de los arribos dividido por hora, a cada una asignándole una distribución de probabilidad ajustada a la media de cada hora. Desafortunadamente esta acción no permitió ninguna validación, puesto que aun así los arribos no tenían un comportamiento ascendente, como se buscaba.

5.4.4 Nivel de Servicio

Para medir el nivel de servicio de las cafeterías, se tomó como referencia los tiempos promedio en cola, el contenido promedio de la cola y el porcentaje de utilización de los servidores, ya sean de pago o de ensamble. Cabe resaltar que estos indicadores se generaron para cada hora, puesto que los niveles de arribos de clientes entre horas, eran un poco diferentes. Si se generaba los indicadores por el total de las 2 horas, estos no serían representativos.

En seguida se observan los indicadores por cafetería y por franja horaria que miden el nivel de servicio de cada una. Estas estadísticas también están dadas en intervalos al 95% de nivel de confianza.

Cafetería	Franja Horaria	Tiempo Promedio en Cola (segundos)	Contenido Promedio de la Cola (personas)	% de Utilización Servidores Ensamble	% de Utilización Servidores Pago
Isabella	11:30-12:30	15,9-16,8	1	64,62-64,82	36,5-37,4
	12:30-1:30	457-464	22	98,12-98,33	55,7-57-1
Menta y Sabor	11:30-12:30	16-19,3	1	49-54	30,3-34
	12:30-1:30	15,8-19,2	1	49-54	30,2-33,9
Bristo Edificio B	11:30-12:30	102-151	3	NO TIENE	66-75
	12:30-1:30	147-223	3		75-83
Anthony	11:30-12:30	0,56-0,78	1	21-21,4	28,4-29,4
	12:30-1:30	36-41	1	45-45,6	62,7-64,4
The Snack Café	11:30-12:30	136-152	4	NO TIENE	84,8-85,6
	12:30-1:30	441-490	15		100
Bristo Edificio G	11:30-12:30	1,49-1,77	1	34,93-35,17	13,5-14
	12:30-1:30	63-67,1	3	70,77-71,09	27,3-28,4

Tabla 10. Niveles de servicio fraccionados por hora

Como se puede apreciar los indicadores para la segunda hora son casi siempre mayores. Esto demuestra que hay una mayor demanda para la franja de 12:30 p.m. a 1:30 p.m.; en consecuencia, se presenta una mayor ocupación de los servidores por parte de las cafeterías, generando congestión en los sistemas.

A partir de la tasa de arribos de clientes se identifica a la cafetería Isabella como la de mayor demanda, esto se puede rectificar con los altos tiempos promedios en cola para la cafetería reflejados en el Anexo 56, de la misma manera se puede observar en el Anexo 55 Anexo 56, el crecimiento de cantidad de personas en cola de la cafetería Isabella. Lo anterior genera ineficiencia percibida por sus clientes a pesar de que el sistema productivo trabaja a un ritmo deseable.

Posteriormente se enseñan los gráficos para la comparación entre franjas horarias y entre cafeterías observando tiempos promedio en colas, contenido promedio de usuarios en cola, porcentaje de utilización de servidores de ensamblaje y pago.



Figura 21. Comparativo entre cafeterías para tiempo promedio en cola por cada hora.

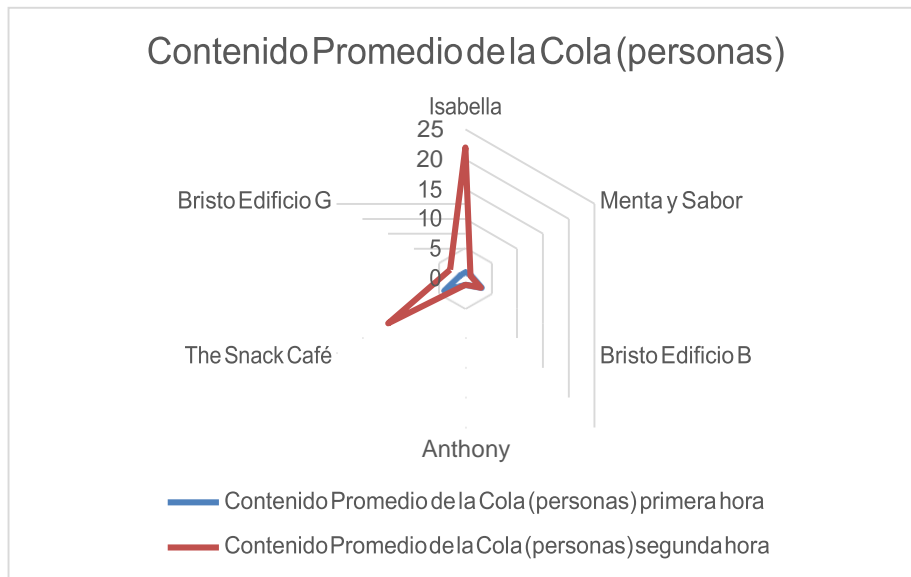


Figura 22. Comparativo entre cafeterías para contenido promedio en cola por cada hora.

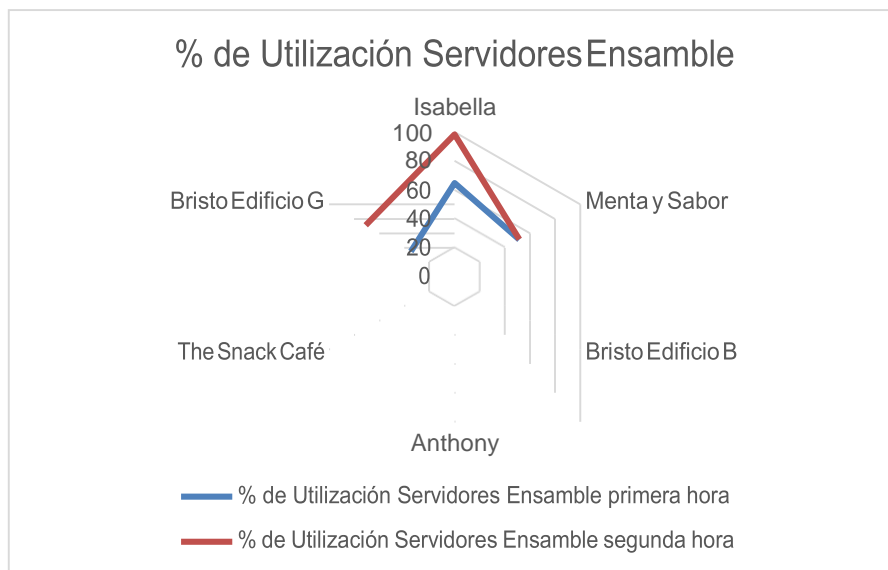


Figura 23. Comparativo entre cafeterías para los porcentajes de utilización de servidores de ensamble por cada hora.

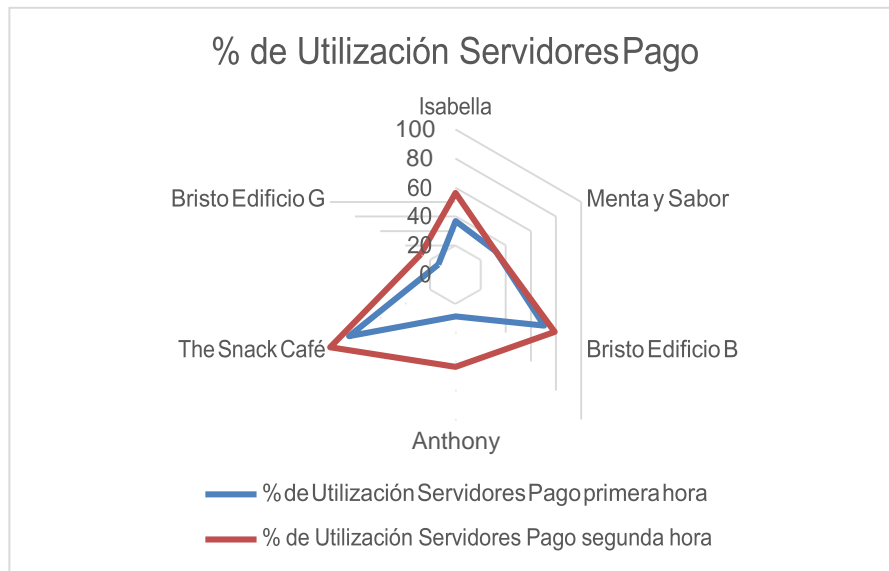


Figura 24. Comparativo entre cafeterías para los porcentajes de utilización de servidores de pago por cada hora.

La Figura 22. Comparativo entre cafeterías para contenido promedio en cola por cada hora. Figura 22 ilustra la mayor cantidad de usuarios en colas que se pueden presentar, es claro que para la segunda hora de la franja se presentan las mayores acumulaciones en cola que pueden llegar hasta 22 arribos en el caso de la cafetería Isabella, hasta 15 para The Snack Café y hasta 3 para Bristo B. Los datos presentan gran diferencia con respecto a la primera hora de cada cafetería correspondiente ya que sus acumulaciones no sobrepasan a 4 usuarios en cola.

5.4.5 Productividad

Para terminar, se definirá la productividad de cada cafetería a partir de las personas atendidas en las 2 horas y el número de servidores dispuestos para dicho servicio. Esta será medida como una tasa de personas atendidas por servidor. En la Tabla 11 se enseñan dichas tasas.

Cafetería	No. de Personas Atendidas en Promedio	No. de Servidores	Productividad (Personas/servidor)
Isabella	763	9	85
Menta y Sabor	150	3	50
Bristo Edificio B	110	1	110
Anthony	113	4	28
The Snack Café	185	1	185
Bristo Edificio G	492	8	62

Tabla 11. Niveles de Productividad por Cafetería

Dado que las cafeterías The Snack y Bristo edificio B se delimitaron hasta los servidores de pago; debido a su esquema de prestación de servicio por pedido, se comparan entre ellas para definir su productividad total a partir de la productividad en pago; en este orden de ideas la cafetería The snack café es la de mayor productividad logrando la atención de 185 usuarios por servidor a lo largo de las dos horas.

Entre las cafeterías Isabella, Menta y sabor, Anthony y Bristo edificio G, las cuales presentan un esquema de producción de ensamble, la de mayor productividad por servidor es la cafetería Isabella, logrando la atención de 85 clientes por cada procesador dispuesto para el servicio.

Las productividades se ven condicionadas por el espacio disponible para la prestación de servicio, entre las cafeterías de servicio bajo pedido, la de mayor tamaño es The Snack café, siendo esta la más productiva; esto mismo pasa con las cafeterías de ensamble en donde Isabella es la de mayor metraje para la prestación de servicio y es la que mayor productividad presenta en este conjunto.

6 CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- A pesar de que el promedio de tiempo en el sistema es relativamente bajo, según lo mostrado por los datos reales y la simulación, no es un indicador confiable debido al comportamiento de acumulación a lo largo de la franja horaria; como se observa en los Anexo 52 y Anexo 53 la distribución de entidades llega a un punto crítico alrededor de la 1:05 p.m., iniciando la tendencia a este comportamiento a las 12:30 p.m.
- Se concluye que para la franja horaria de 11:30 a 12:30 la cafetería presenta un nivel de servicio aceptable, despachando usuarios en menos de 2 minutos con colas menores a 5 individuos, sin embargo, cuando sobrepasa este periodo de tiempo se genera una acumulación por el fenómeno que viven los arribos, generando filas de hasta 45 individuos distribuidos en las 3 líneas y de tiempos de espera de hasta 16 minutos por usuario, esta criticidad se da alrededor de la 1:00 a 1:15 p.m.
- Podemos concluir que el nivel de servicio se intenta mantener por parte de los establecimiento debido a que los han adoptado mejoras para suplir la alta demanda del campus, para el caso de Isabella, el tiempo promedio de ensamblaje de un plato es de 47 segundos como se observa en el Anexo 54, en cualquiera de sus 3 filas; si la frecuencia de arribo de usuarios en el pico crítico se logra mitigar los tiempos de atención se acortarían, mejorando la percepción del nivel de servicio del establecimiento.
- Como resultado de la investigación se infiere que uno de los problemas de nivel de servicio es la incapacidad de ampliación de líneas, es decir las cafeterías han adaptado sus modelos de la mejor manera posible, agotando su recurso espacio, para el caso de las cafeterías Isabella y Bristo edificio G es imposible la expansión a una cuarta línea de servicio, la restricción de espacio para la atención de clientes es un factor que delimita el alcance de las cafeterías.

- Gracias al análisis realizado al nivel de ocupación de comedores asociados a las cafeterías del estudio, se puede concluir que está siendo desperdiciado un gran número de sillas por cada mesa dispuesta, esto se da por patrones socioculturales o antropológicos, donde no es común el compartir mesas de comedores con desconocidos.
- Dado que la validación de los tiempos en cola no se dio de la mejor manera, podemos concluir que se necesitarían más muestras para lograr una validación perfecta, esto no era posible ya que se sale del alcance de este proyecto, donde se hizo un consumo de 2 meses y medio para el levantamiento de datos.
- No se logra la validación buscada en la Tabla 9, puesto que no se obtuvo una muestra significativa debido a que el alcance de entrega del proyecto y el tiempo para recolección de datos no fue suficiente.

6.2 RECOMENDACIONES

- En el futuro, la Universidad Icesi en su proceso de expansión debe plantear la posibilidad de brindar ampliaciones en las instalaciones dispuestas para las cafeterías, se toma como ejemplo el caso de la cafetería Isabella, donde si la administración tuviese el espacio y la infraestructura para montar otra línea similar a las que tiene en funcionamiento actualmente, es decir trabajar con 4 líneas de atención, se notaría una mejora significativa en los tiempos de espera en cola y de acumulaciones de entidades en las filas, como se muestra en el Anexo 55 y el Anexo 56 en comparación al Anexo 52 y Anexo 53, se evidencia una reducción a filas de máximo 18 entidades, y tiempos de espera de máximo 7 minutos, estamos hablando de reducciones de tiempos de aproximadamente el 50 % en comparación a los actuales, lo cual generaría una mejora en el nivel de servicio.
- Se recomienda a la universidad, para futuros comedores disponer de mesas con un número de sillas asignadas más pequeño, esto facilitaría que grupos pequeños no generen una ocupación de grandes espacios, malgastando hasta el 50% de recursos por mesa, siendo así una distribución que permite un mejor aprovechamiento del espacio.
- Para lograr mejores validaciones de datos se recomienda una mayor toma de muestras que permitan una obtención significativa de estos y así obtener un modelo de simulación más cercano a realidad.
- La Universidad debe evaluar la posibilidad de distribuir las clases en franjas

horarias que logren una dispersión de la demanda en la hora pico. Esto con el fin de mitigar la criticidad que se presenta entre la 1 p.m. y 2 p.m., debido a la política de hora de almuerzo en esta franja horaria pactada por la Universidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Cueva B., F. (2013). *MODELOS DE PRODUCTIVIDAD: DESCRIPCIÓN DE SEIS MODELOS DE MEDICIÓN PARA LAS ORGANIZACIONES* (Vol. colección no.º XCVI). (A. Sánchez, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: Centor de Publicaciones PUCE.
- González Vera , P. (2013). *APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE COLAS A LA ATENCIÓN AL PÚBLICO DE UNA CORREDURÍA DE SEGUROS*. Tesis pregrado , Universidad Politécnica de Cartagena, Bolívar, Cartagena de Indias.
- Pérez, J. F., & Riaño, G. (20 de Abril de 2007). Análisis de colas para el diseño de una cafetería mediante simulación de eventos discretos. #25 revista de ingeniería. *Universidad de los Andes*, 12.
- Portilla, L. M., Fernandez Henao, S., & Arias Montoya, L. (Diciembre de 2010). ANÁLISIS DE LÍNEAS DE ESPERA A TRAVÉS DE TEORÍA DE COLAS Y SIMULACIÓN. *Scientia et Technica Año XVII, No 46*, 6.
- Alomía H., Escallón, V., Ortegón K. (2007). Guía Metodológica para la realización de proyectos de grado. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad ICESI.
- Carvajal Lizardo; Metodología de la Investigación. 15ta edición; 1998
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill. 6ta edición.
- Instituto colombiano de normas técnicas (2008). NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1486, Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.

ANEXOS

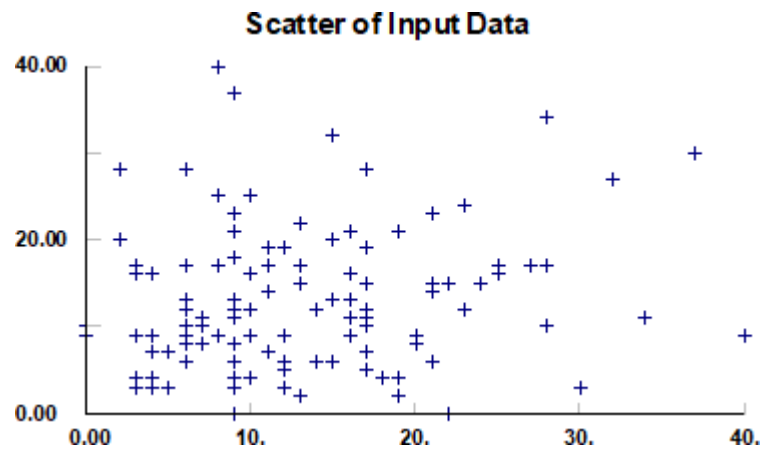
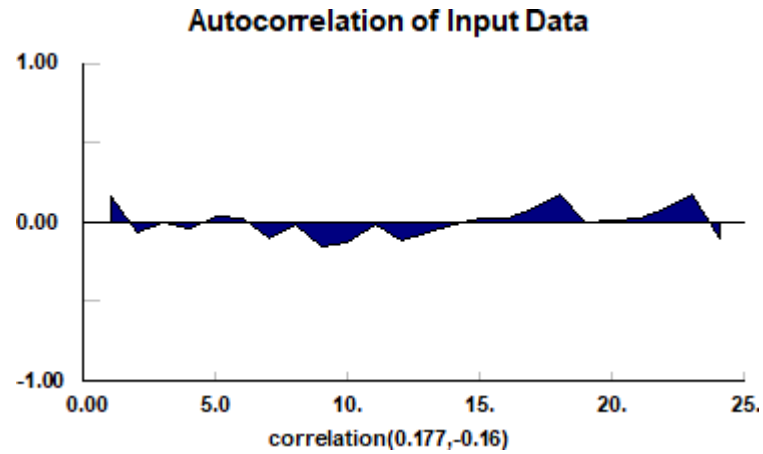
Anexo 1. Formato para toma de datos de arribos de clientes.

Fecha:		MARTES, 14 DE AGOSTO DEL 1028	
Franja horaria:		7:00 - 11:00	
Tiempo entre arribos	Numero de personas que entran en cola	¿Evade la cola ?	
		SI	NO

Anexo 2. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería Isabella.

54	42.51	84.34	3.13	75.37	123.18	25.65	62.85	44.7	26.59
27.2	20.48	45	39.49	3.51	2	39	31.02	17.98	24
57.63	46.6	50.96	61.79	16.35	14.67	20	15.97	5.03	19.55
64.62	52.22	78.19	58.82	44.31	29.18	46.27	20.17	27.47	18.2
29.16	29.78	6.06	50	18.31	27.28	29382	39.74	33.13	44.61
10.11	11	4.13	15.87	4	2.51	45.7	31.77	14.27	73.9
41.65	15.2	22	1	22	22.28	24.72	28.55	21.45	21.38
69.31	19.31	15	42.33	6.47	22.63	81.15	11.42	60.36	45.54
		CALCULATE		CLEAR					
Mean		400.0885		Variance		10767418.2904			
Mean: The first half		38.5		Mean: The second half		761.677			
Variance: The first-half		647.2606974		Variance: The second half		21542079.5465			
One-Lag Apart Autocorrelation		-0.0127784		Two-Lag Apart Autocorrelation		-0.0134673			
Conclusion									
Little or no real evidences for trend or seasonality									

Anexo 3. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Isabella tiempo de pago. (servicio)



runs test on input

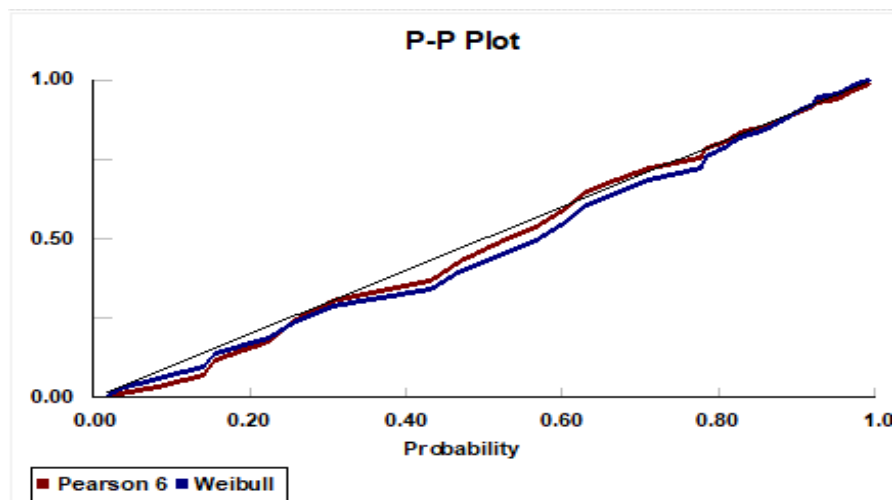
runs test (above/below median)

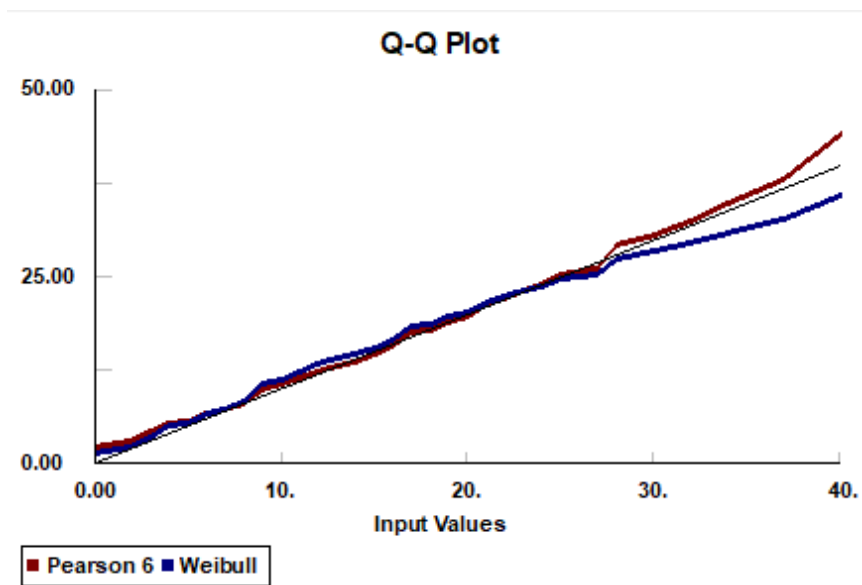
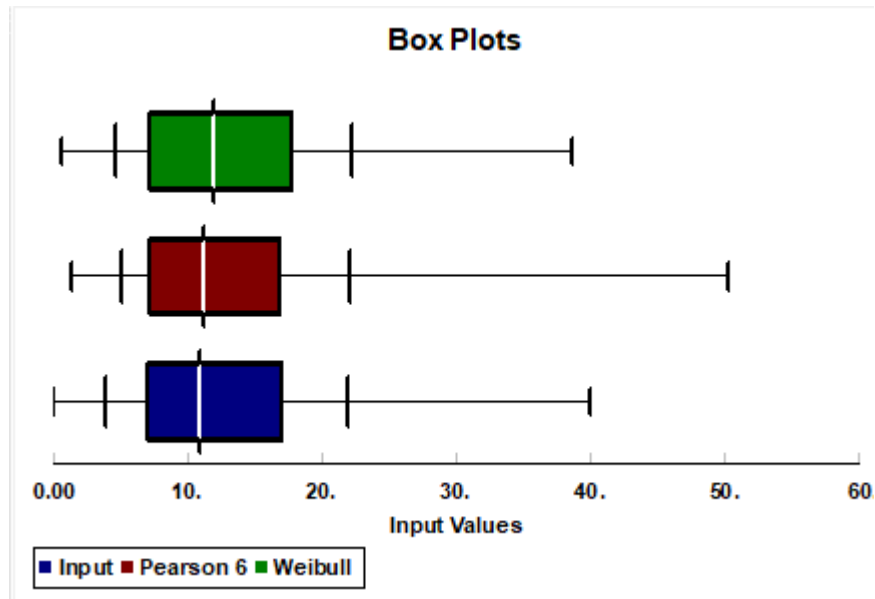
data points	120
points above median	57
points below median	57
total runs	49
mean runs	58.
standard deviation runs	5.31486
runs statistic	1.69336
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	9.03862e-002
result	DO NOT REJECT

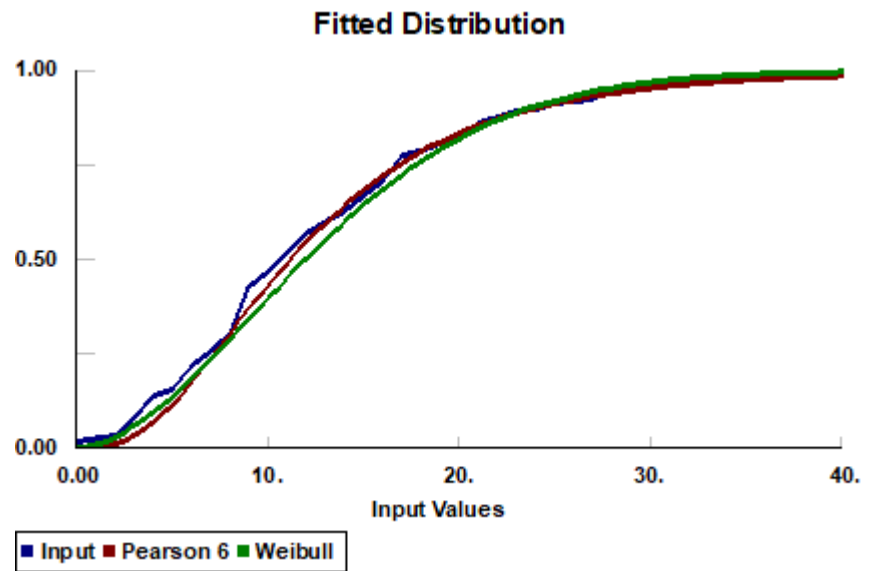
runs test (turning points)

data points	116
turning points	76
mean turnings	77.
standard deviation turnings	4.50555
turnings statistic	0.221948
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.824354
result	DO NOT REJECT

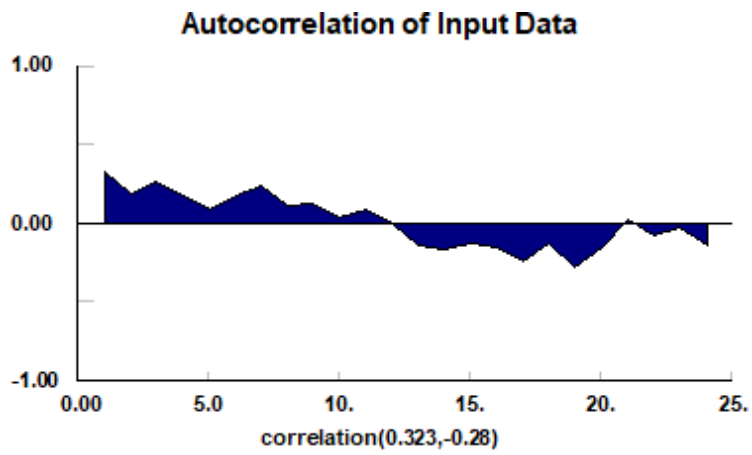
Anexo 4. Graficas de ajuste cafetería Isabella datos tiempo de pago. (servicio)

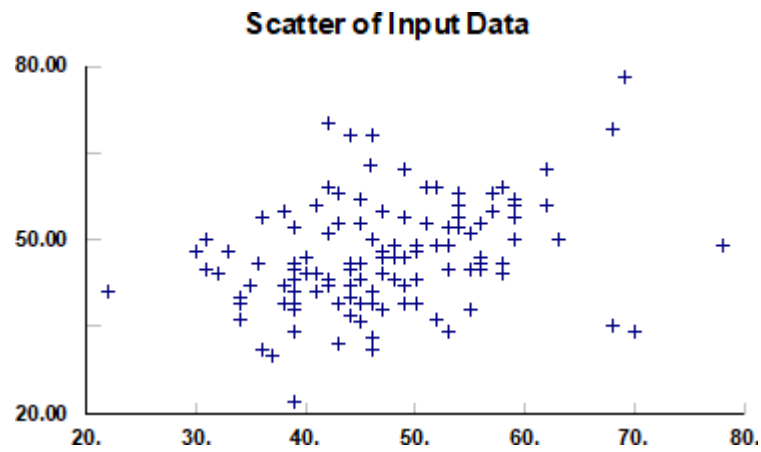






Anexo 5. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Isabella tiempo de ensamble (servicio)





runs test on input

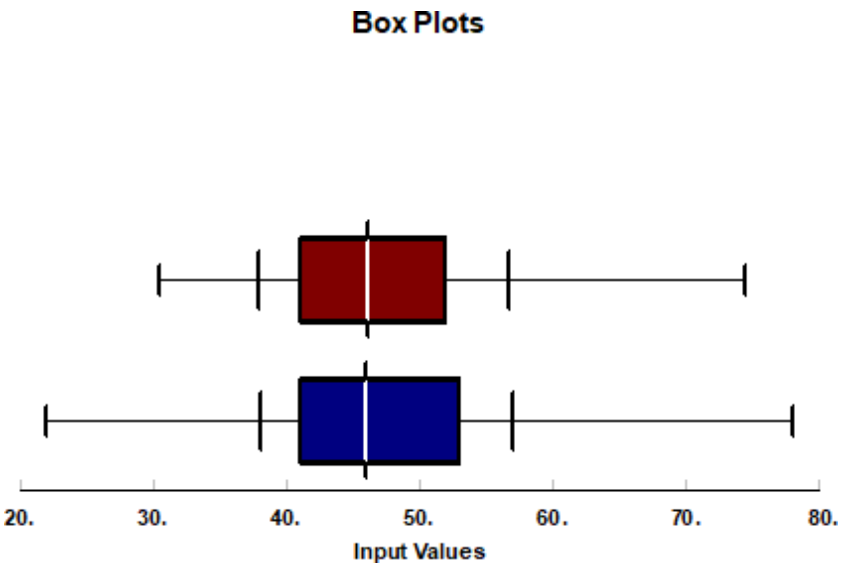
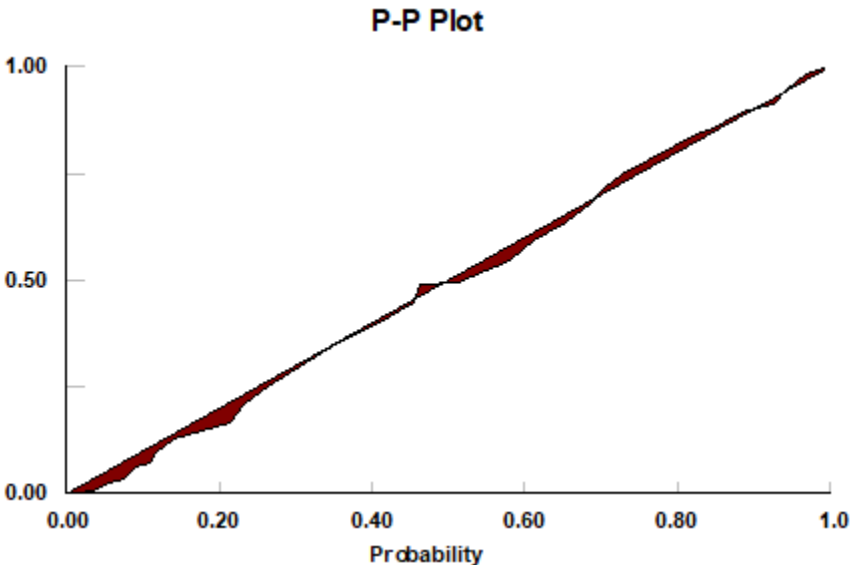
runs test (above/below median)

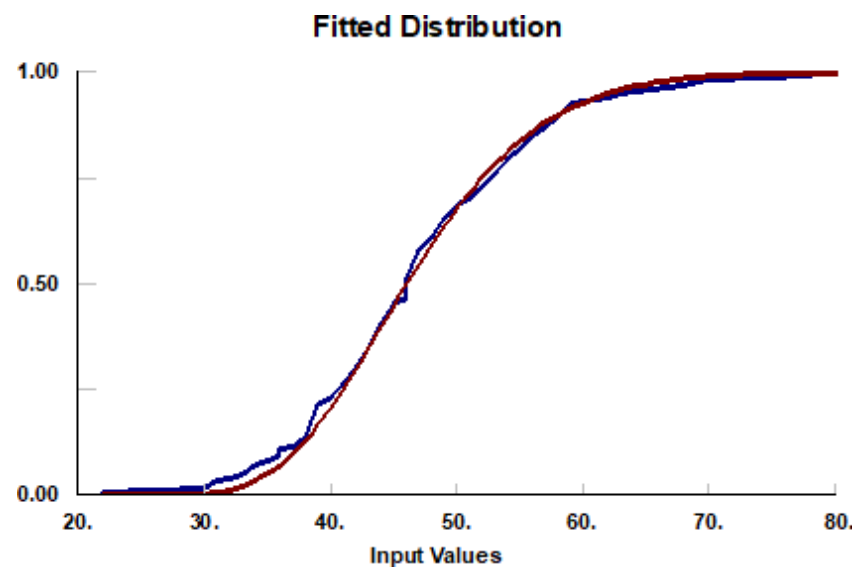
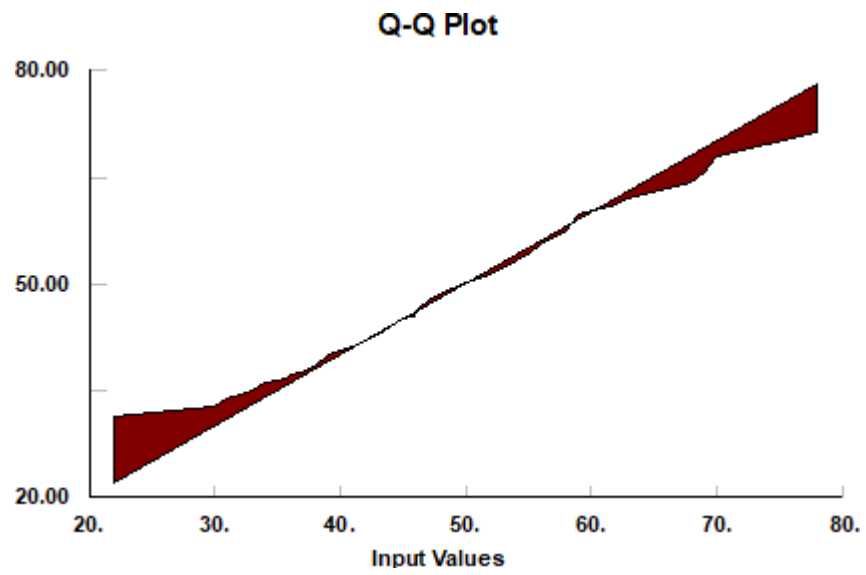
data points	120
points above median	58
points below median	56
total runs	38
mean runs	57.9825
standard deviation runs	5.31321
runs statistic	3.7609
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	1.69305e-004
result	REJECT

runs test (turning points)

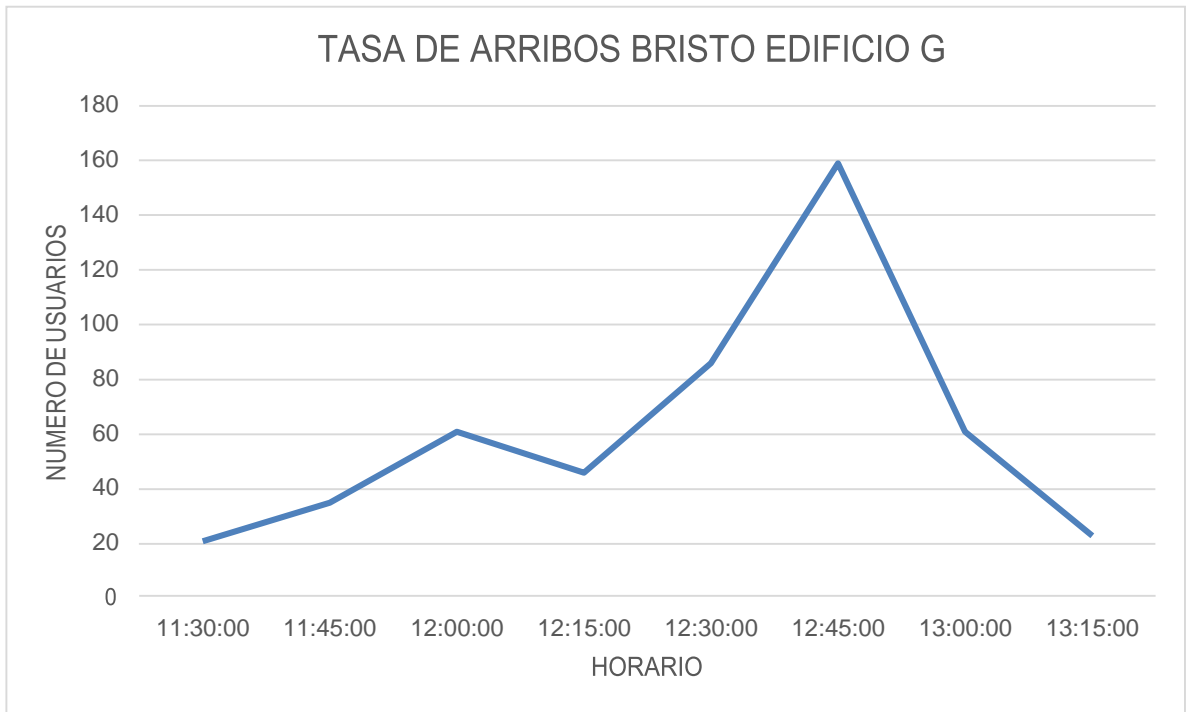
data points	113
turning points	74
mean turnings	75.
standard deviation turnings	4.44597
turnings statistic	0.224923
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.822039
result	DO NOT REJECT

**Anexo 6. Graficas de ajuste cafetería Isabella datos tiempo de ensamble.
(servicio)**

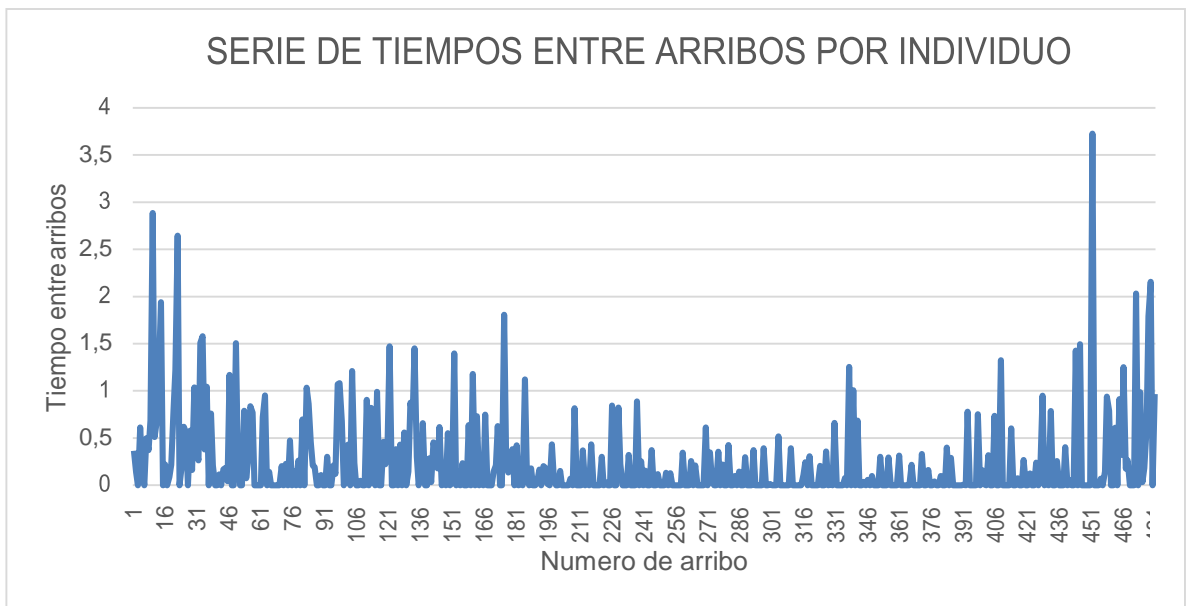




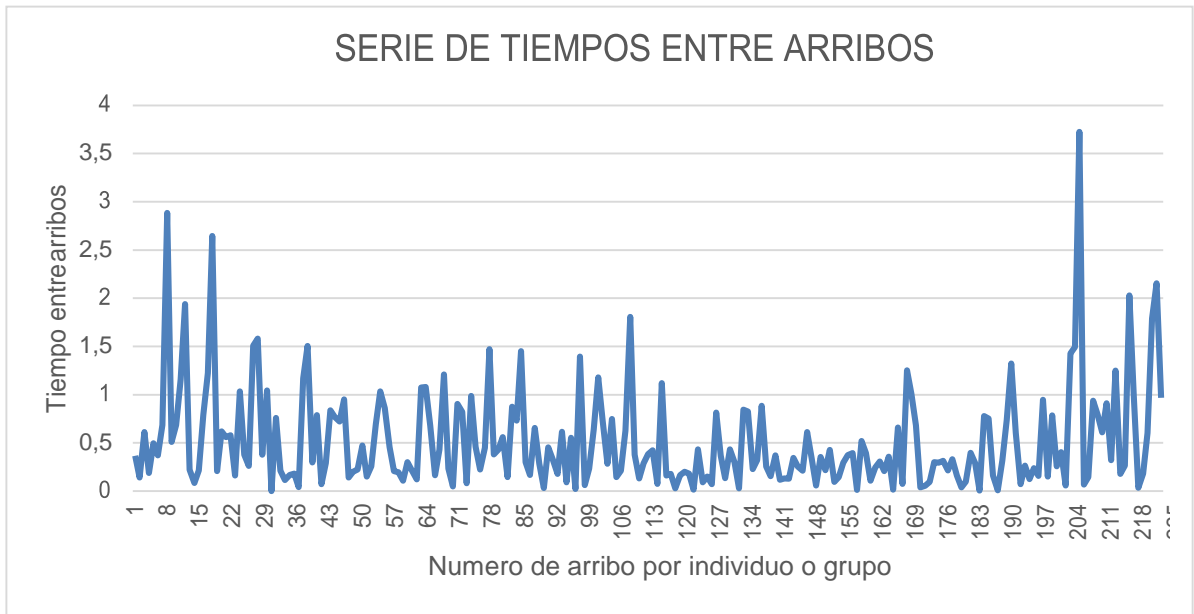
Anexo 7. Tasa de arribos cafetería Bristo edificio G en la franja horaria caracterizada como critica.



Anexo 8. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería Bristo edificio G.



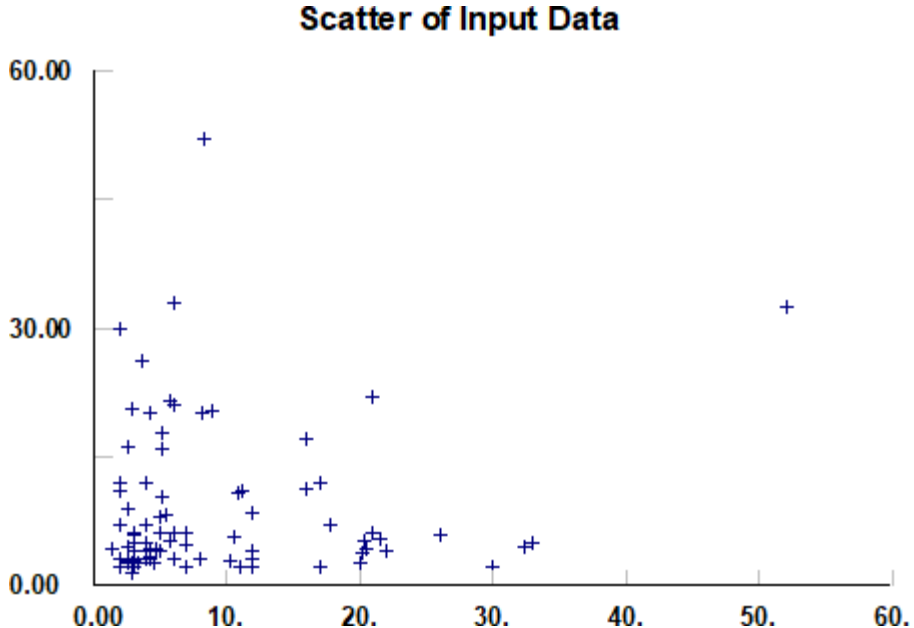
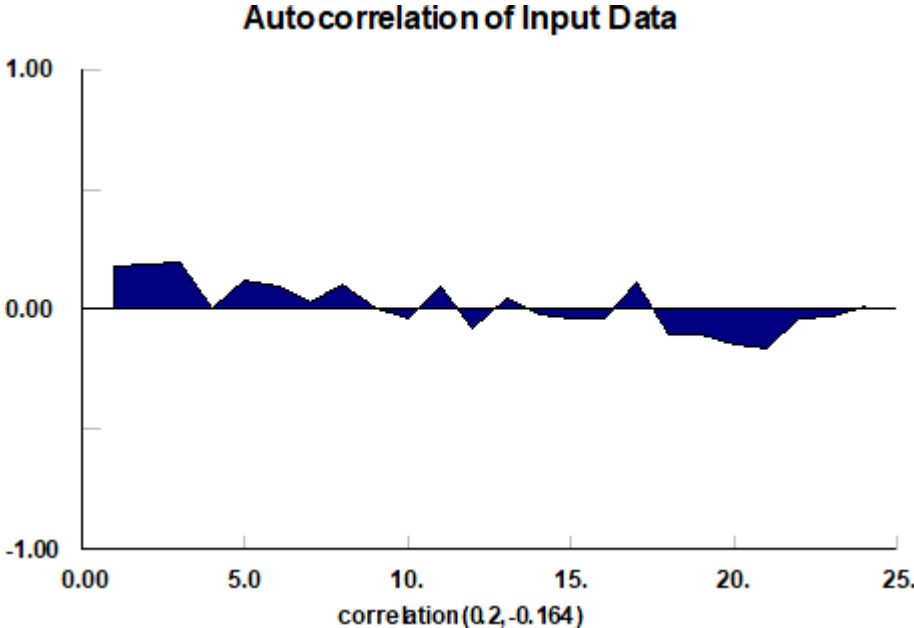
Anexo 9. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería Bristo edificio G.



Anexo 10. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería Brito edificio G.

8.81	36.9	11.39	29.85	22.36	41.15	173.16	30.64	41.19	69.78
115.4	13.24	5.23	12.90	47.59	73.47	158.79	12.6	37.25	33.71
34.89	9.79	62.19	22.68	15.81	90.57	94.94	22.73	62.67	0.07
45.83	12.65	5.97	10.13	11.03	2.62	70.26	90.36	17.83	47.48
20.71	15.37	12.66	38.83	20.88	3.54	21.32	13.13	25.62	5.85
8.76	17.8	32.44	23.64	0.73	31.19	33.65	5.8	14.75	18.54
223.66	4.19	3.82	56.33	47.5	36.7	54.83	19.34	75.05	10.66
15.89	121.86	59.29	2.13	10.9	36.26107	129.47	56.05	7.6	14.43
CALCULATE		CLEAR							
Mean	36.0565134	Variance	NaN						
Mean: The first half	42.68875	Mean: The second half	33.4242768						
Variance: The first-half	1854.2984994	Variance: The second half	1777.6956089						
One-Lag Apart Autocorrelation	0.0264123	Two-Lag Apart Autocorrelation	-0.1397515						
Conclusion									
Little or no real evidences for trend or seasonality									

Anexo 11. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Bristo G tiempo de pago. (servicio)



runs test on input

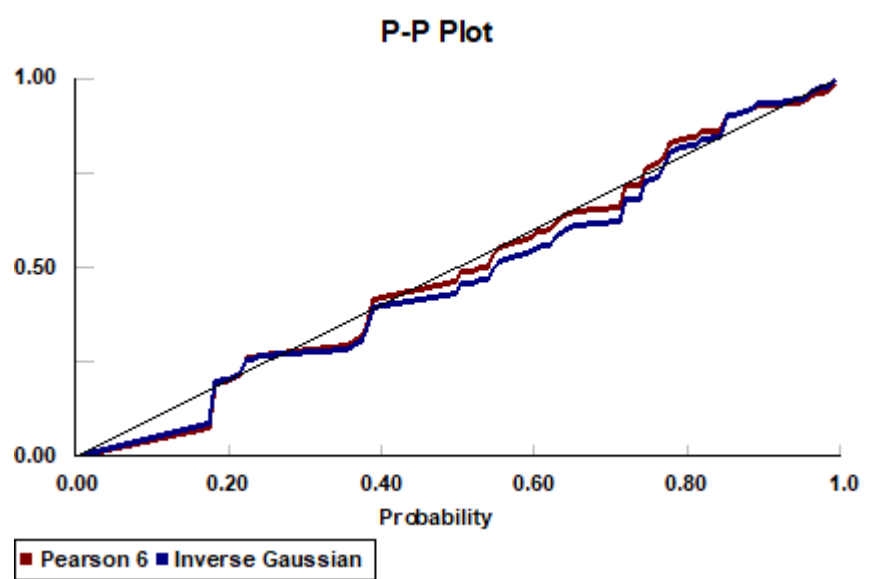
runs test (above/below median)

data points	120
points above median	60
points below median	60
total runs	41
mean runs	61.
standard deviation runs	5.45416
runs statistic	3.66692
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	2.45486e-004
result	REJECT

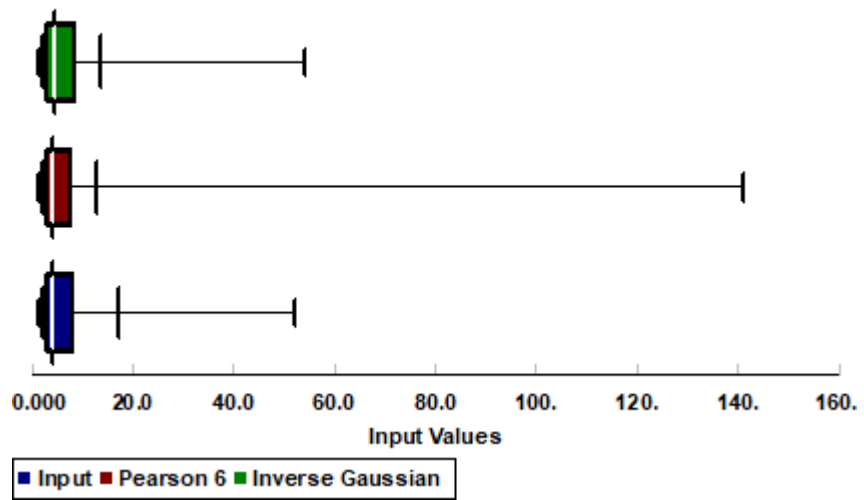
runs test (turning points)

data points	94
turning points	62
mean turnings	62.3333
standard deviation turnings	4.04832
turnings statistic	8.23387e-002
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.934377
result	DO NOT REJECT

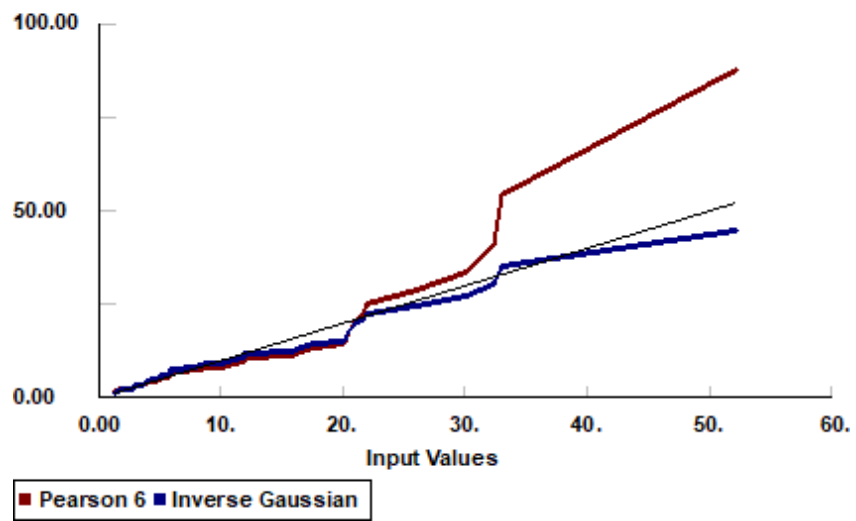
Anexo 12. Graficas de ajuste cafeteria Bristo G datos tiempo de pago. (servicio)

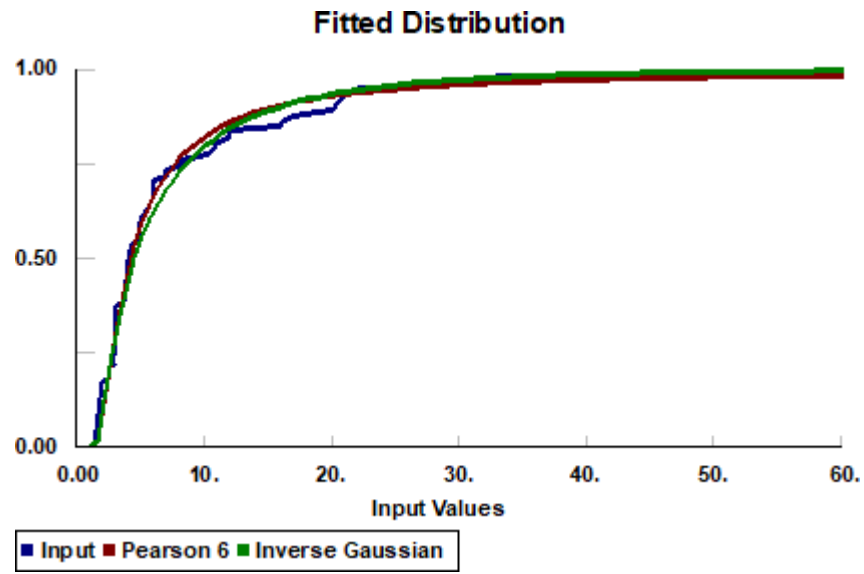


Box Plots

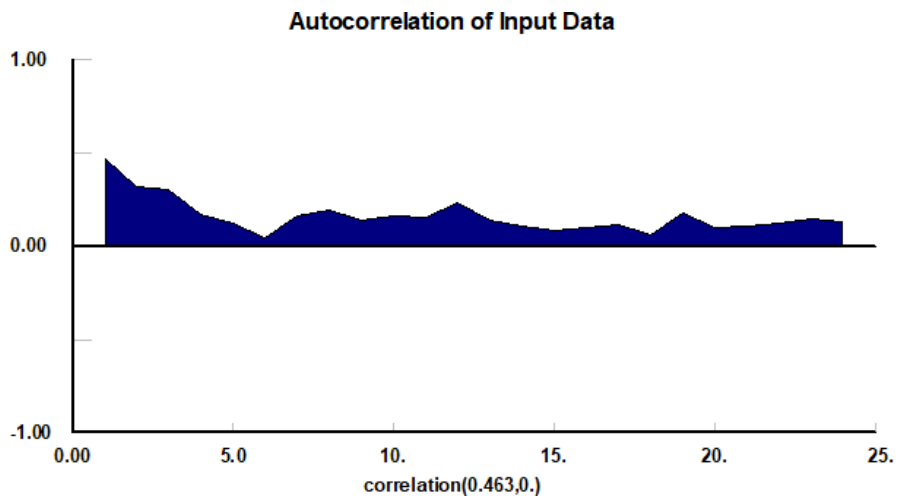


Q-Q Plot

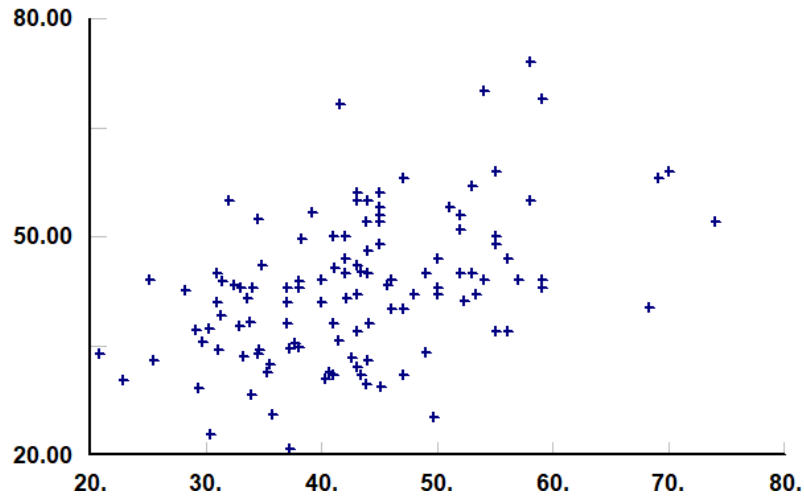




Anexo 13. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Bristo G tiempo de ensamble. (servicio)



Scatter of Input Data



runs test on input

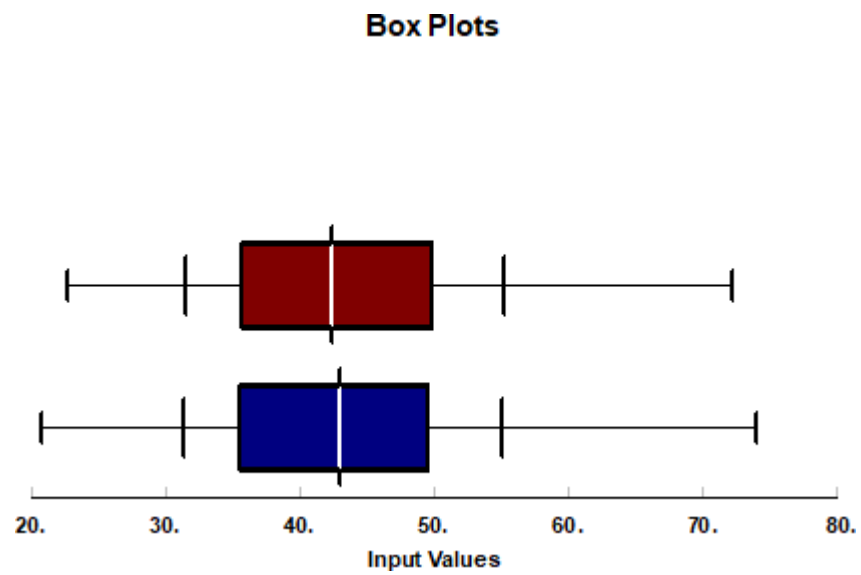
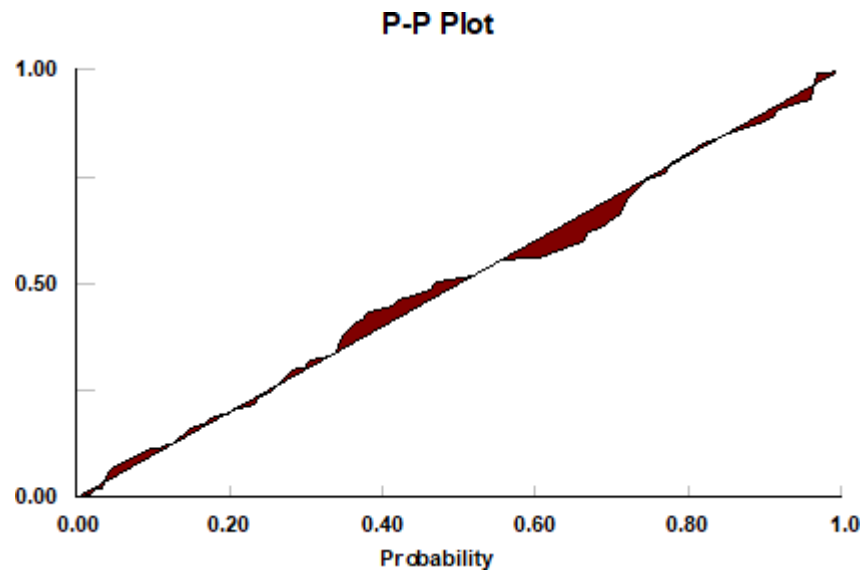
runs test (above/below median)

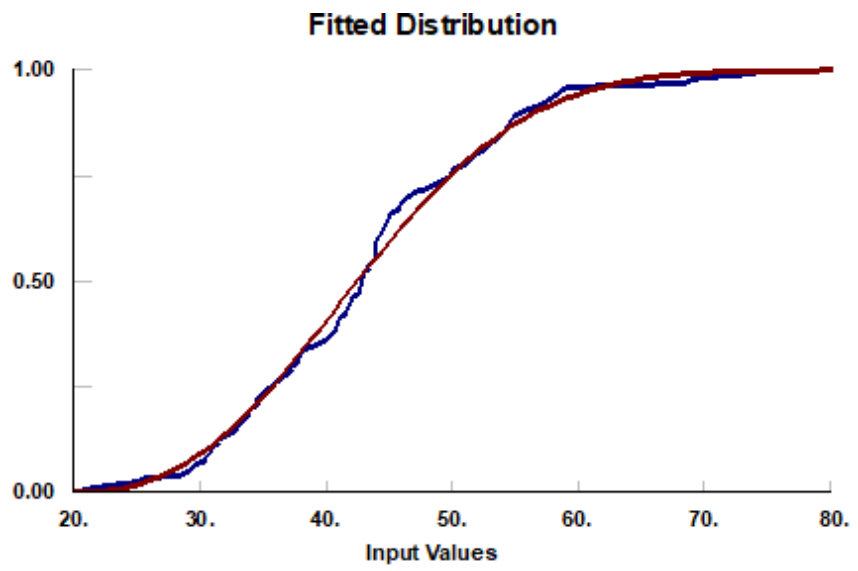
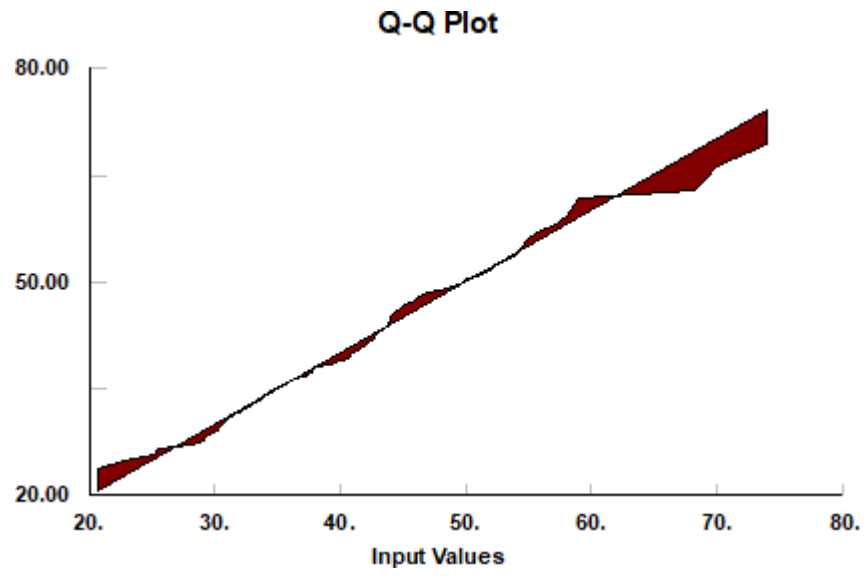
data points	120
points above median	57
points below median	57
total runs	38
mean runs	58.
standard deviation runs	5.31486
runs statistic	3.76303
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	1.67867e-004
result	REJECT

runs test (turning points)

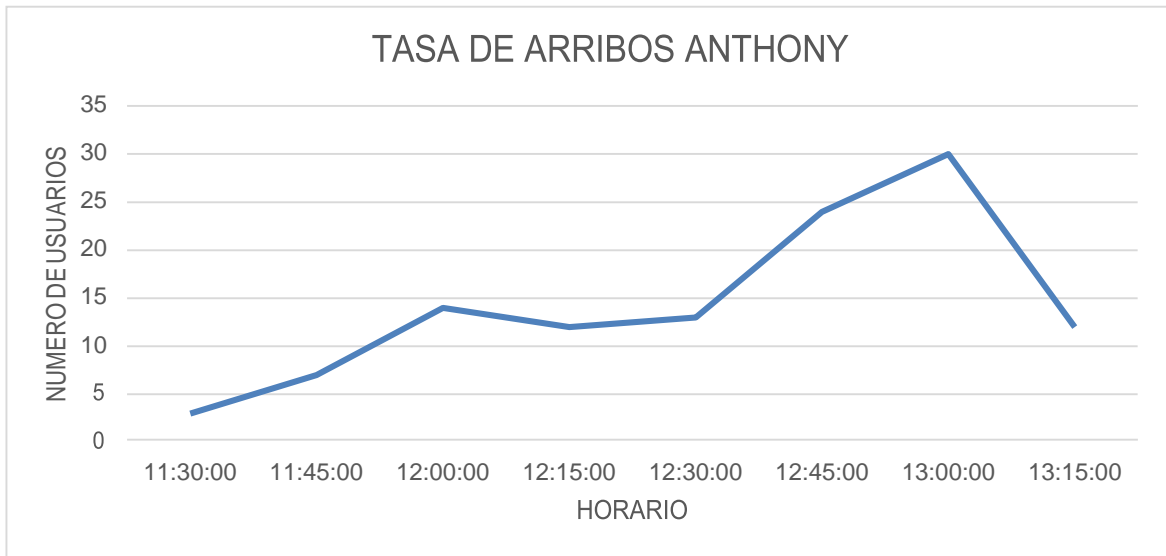
data points	120
turning points	82
mean turnings	79.6667
standard deviation turnings	4.58379
turnings statistic	0.50904
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.610724
result	DO NOT REJECT

**Anexo 14. Graficas de ajuste cafetería Bristo G datos tiempo de ensamble.
(servicio)**

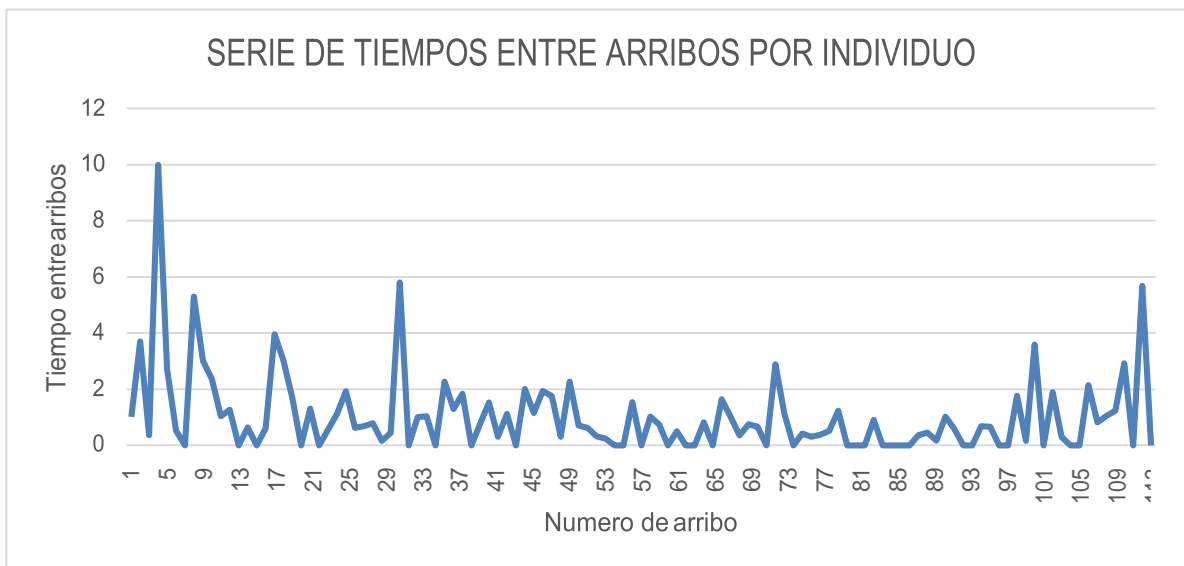




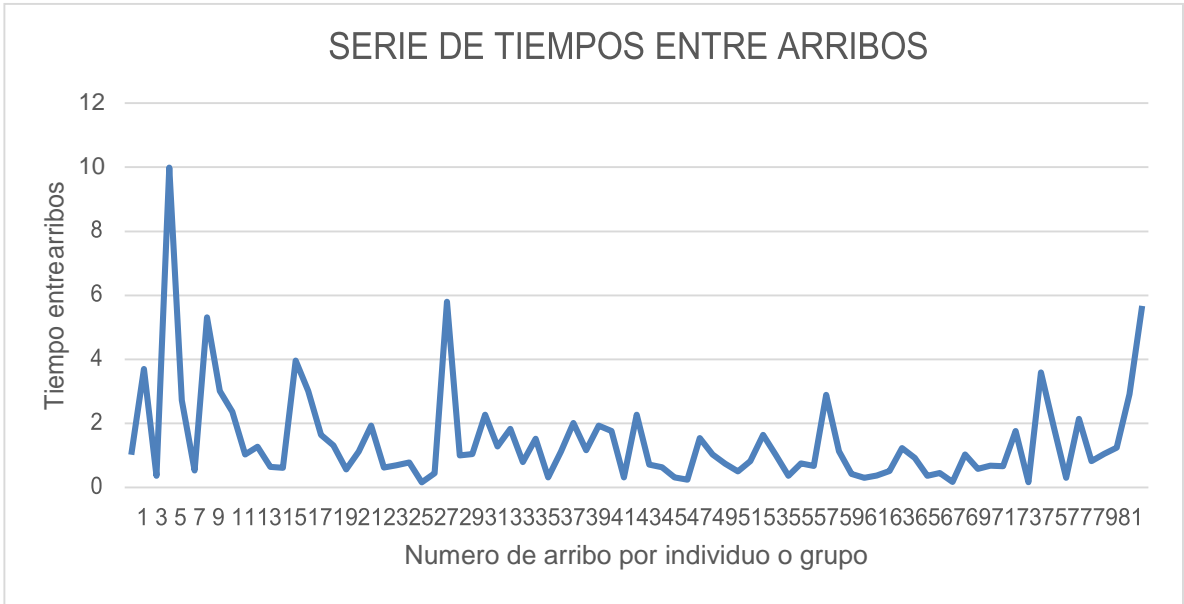
Anexo 15. Tasa de arribos cafetería Anthony en la franja horaria caracterizada como crítica.



Anexo 16. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería Anthony.



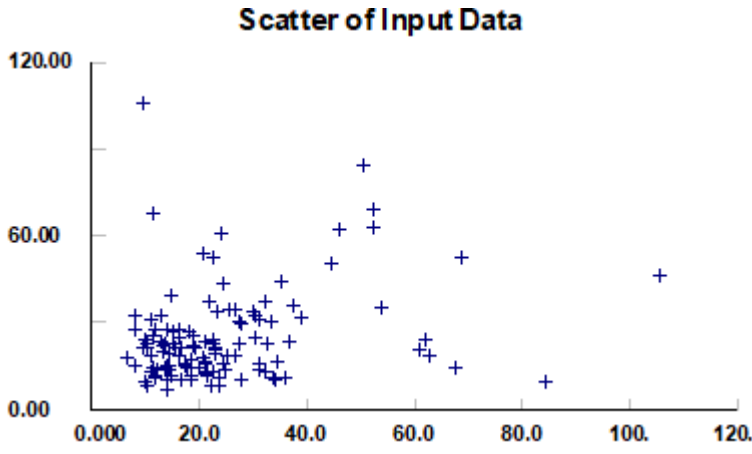
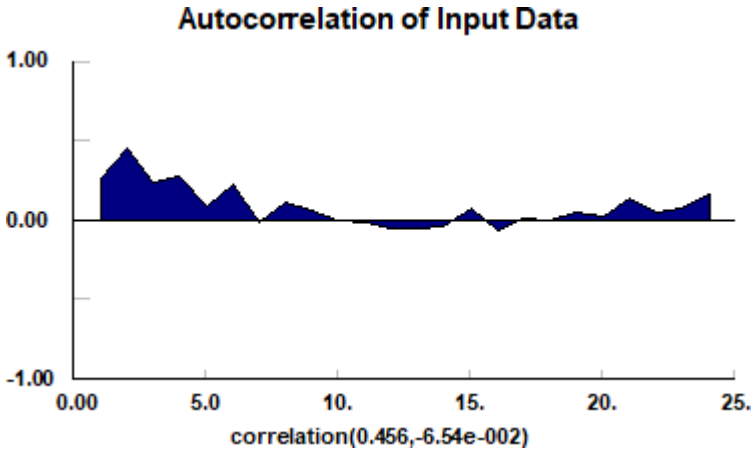
Anexo 17. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería Anthony.



Anexo 18. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería Anthony.

222.24	22.05	599.09	163.22	32.03	318.24	180.63	142.01	62.21	76.17
38.4	36.59	237.74	180.65	98.83	78.61	33.84	67.43	115.91	37.53
41.6	47.18	9.6	26.63	348.03	60.1	62.37	136.42	77.24	110.04
120.71	69.51	116.23	105.53	18.73	136.2	42.95	38.12	19.08	14.73
92.77	61.77	44.76	30.14	49.57	98.64	61.37	21.66	45.4	40.23
173.41	67.83	25.53	18.44	22.49	30.96	74.28	55.14	22.07	27.29
10.33	61.94	34.87	41.23	40	105.97	10.01	215.55	113.61	18
128.81	49.46	63.04	74.36	174.98	340.32	115.91	37.53	41.6	47.18
		CALCULATE		CLEAR					
Mean		89.160875		Variance		NaN			
Mean: The first half		108.6105		Mean: The second half		69.71125			
Variance: The first-half		12658.8362869		Variance: The second half		4134.0217702			
One-Lag Apart Autocorrelation		0.0921721		Two-Lag Apart Autocorrelation		0.0692576			
Conclusion									
Little or no real evidences for trend or seasonality									

Anexo 19 Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Anthony tiempo de pago. (servicio)



runs test on input

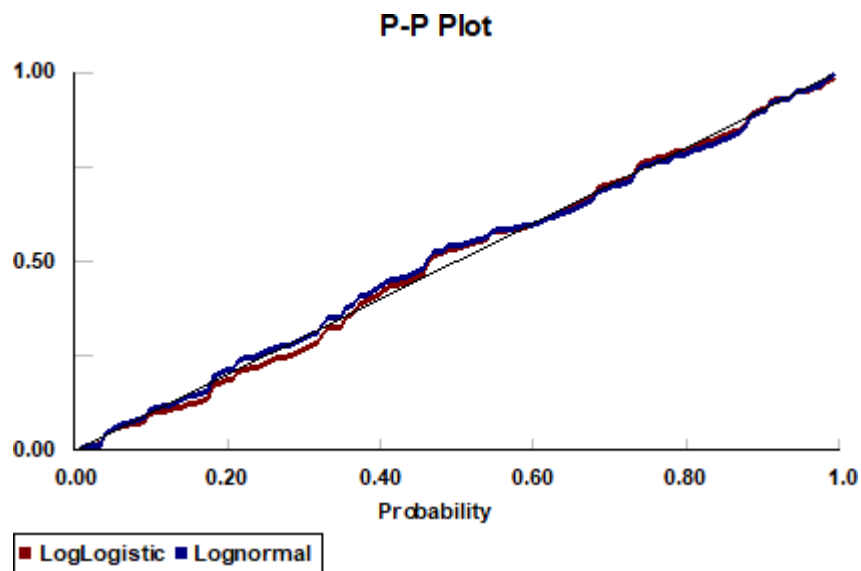
runs test (above/below median)

data points	120
points above median	60
points below median	60
total runs	56
mean runs	61.
standard deviation runs	5.45416
runs statistic	0.916731
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.359284
result	DO NOT REJECT

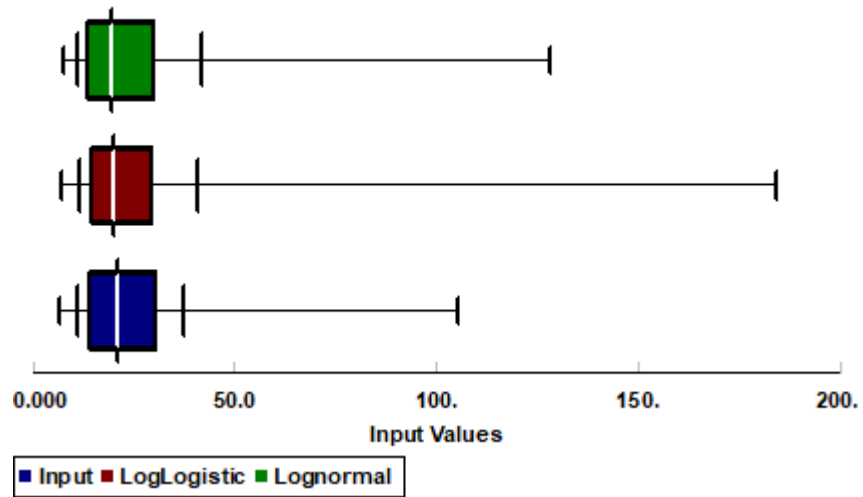
runs test (turning points)

data points	120
turning points	78
mean turnings	79.6667
standard deviation turnings	4.58379
turnings statistic	0.3636
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.716156
result	DO NOT REJECT

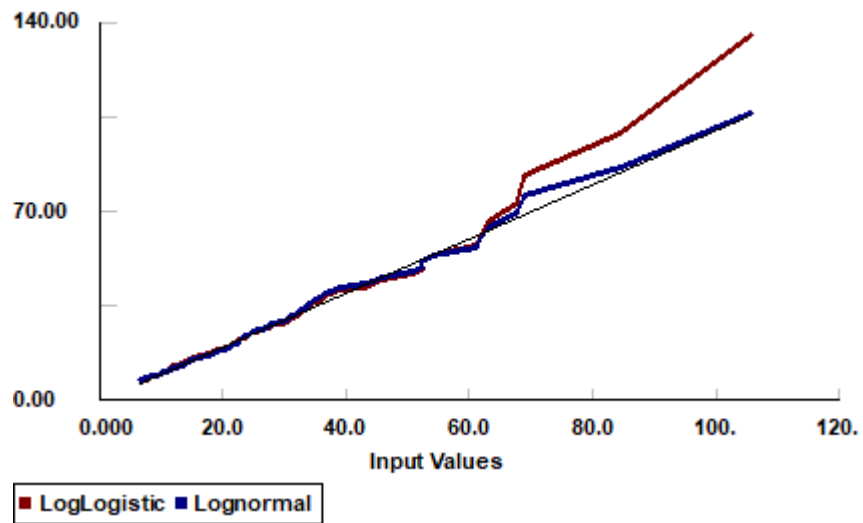
Anexo 20 Graficas de ajuste cafetería Anthony tiempo de pago. (servicio)

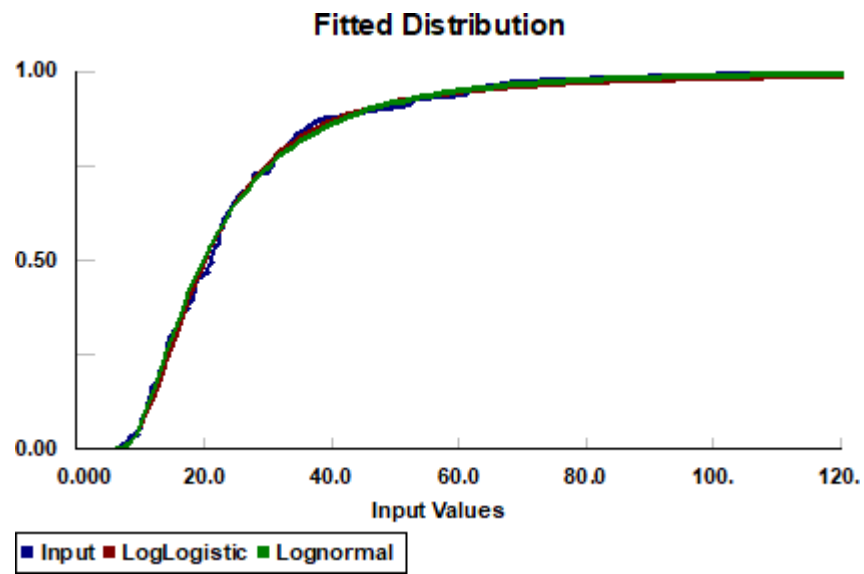


Box Plots

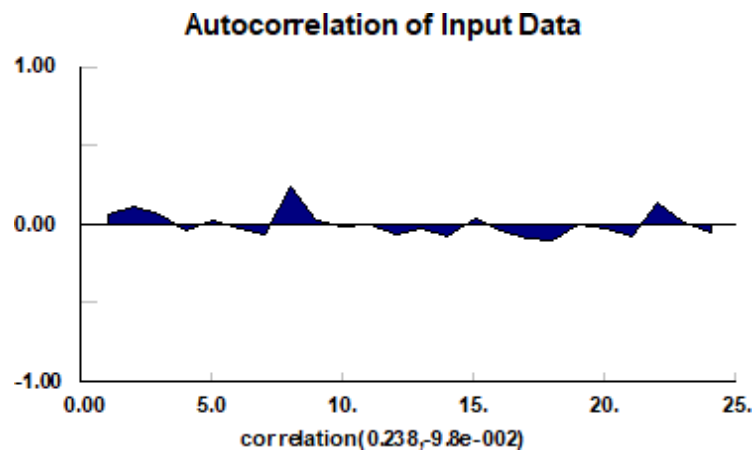


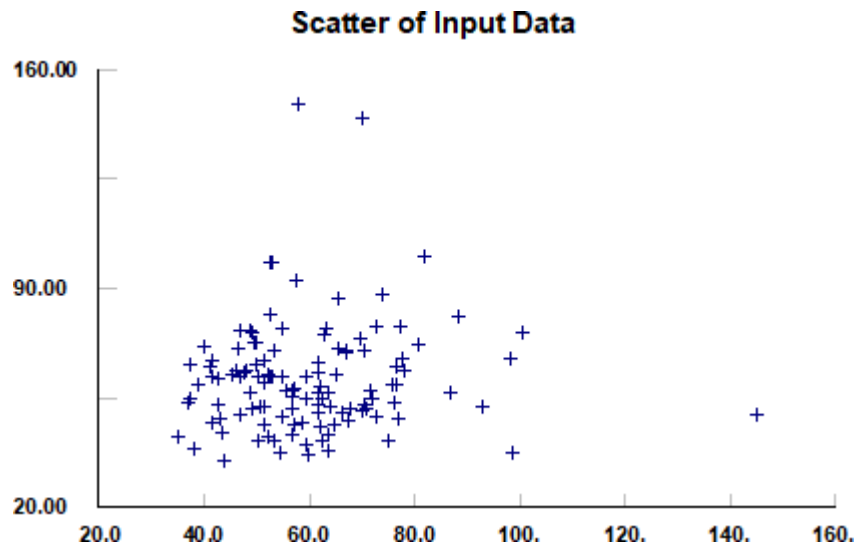
Q-Q Plot





Anexo 21. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Anthony tiempo de ensamble. (servicio)





runs test on input

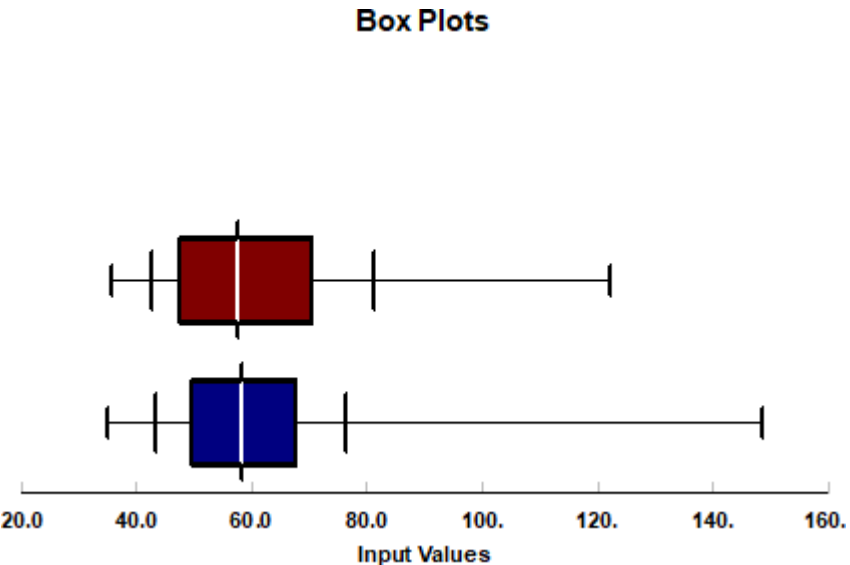
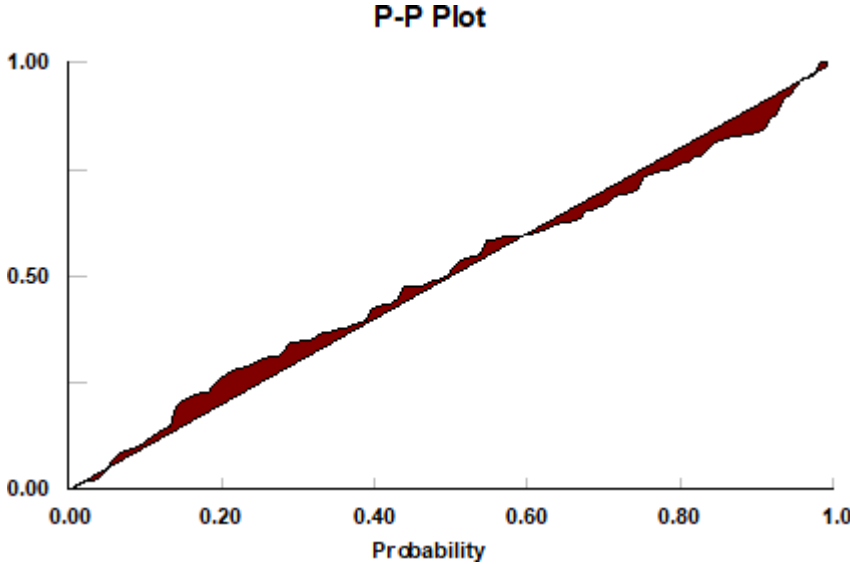
runs test (above/below median)

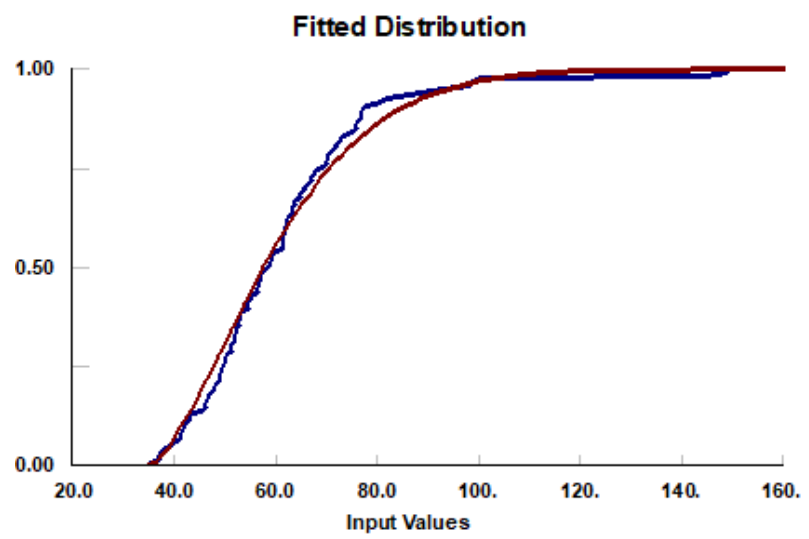
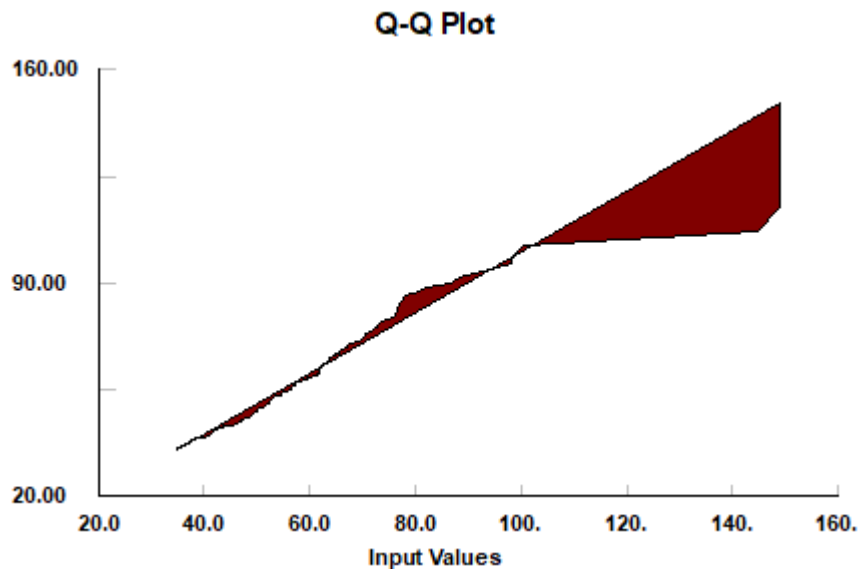
data points	120
points above median	60
points below median	60
total runs	66
mean runs	61.
standard deviation runs	5.45416
runs statistic	0.916731
level of significance	5.e-002
runs statistic[2.5e-002]	1.95996
p-value	0.359284
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

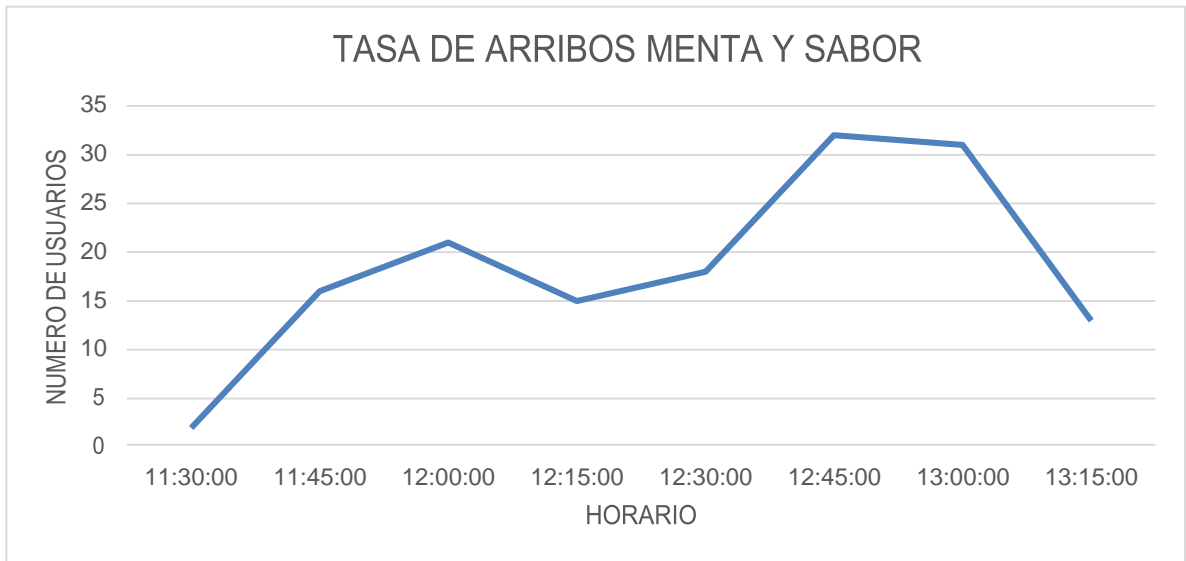
data points	120
turning points	80
mean turnings	79.6667
standard deviation turnings	4.58379
turnings statistic	7.27201e-002
level of significance	5.e-002
turnings statistic[2.5e-002]	1.95996
p-value	0.942029
result	DO NOT REJECT

Anexo 22 Graficas de ajuste cafetería Anthony datos tiempo de ensamble (servicio)

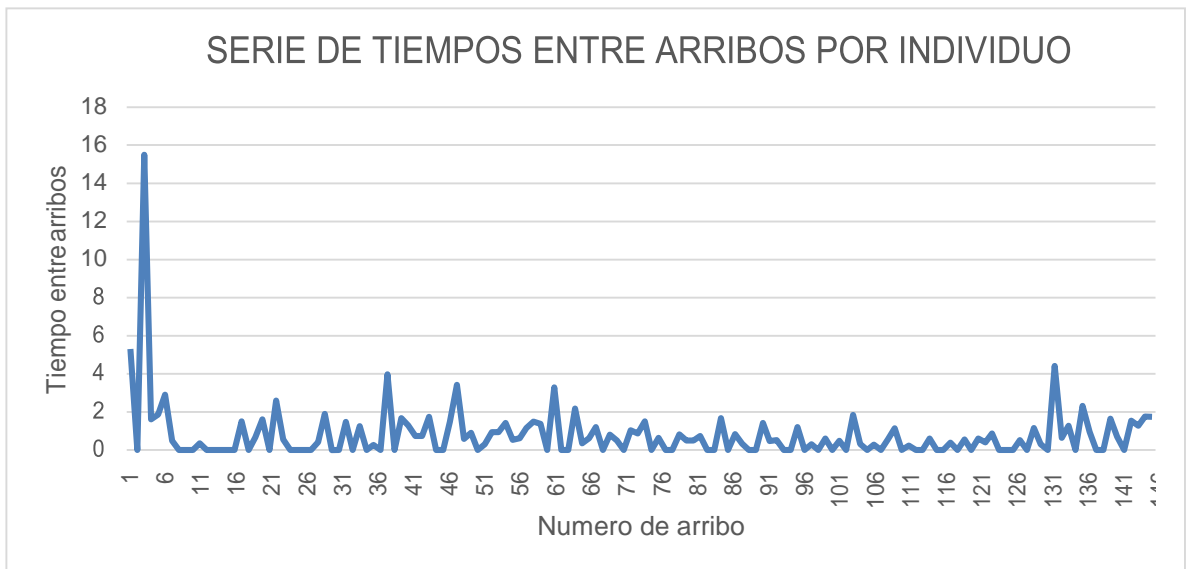




Anexo 23. Tasa de arribos cafetería Menta y Sabor en la franja horaria caracterizada como critica.



Anexo 24. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería Menta y Sabor.



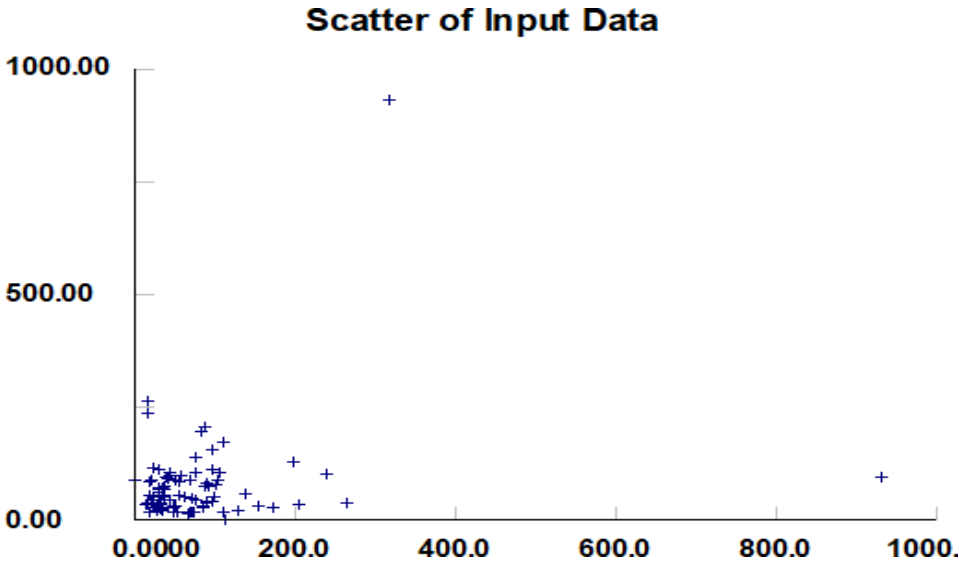
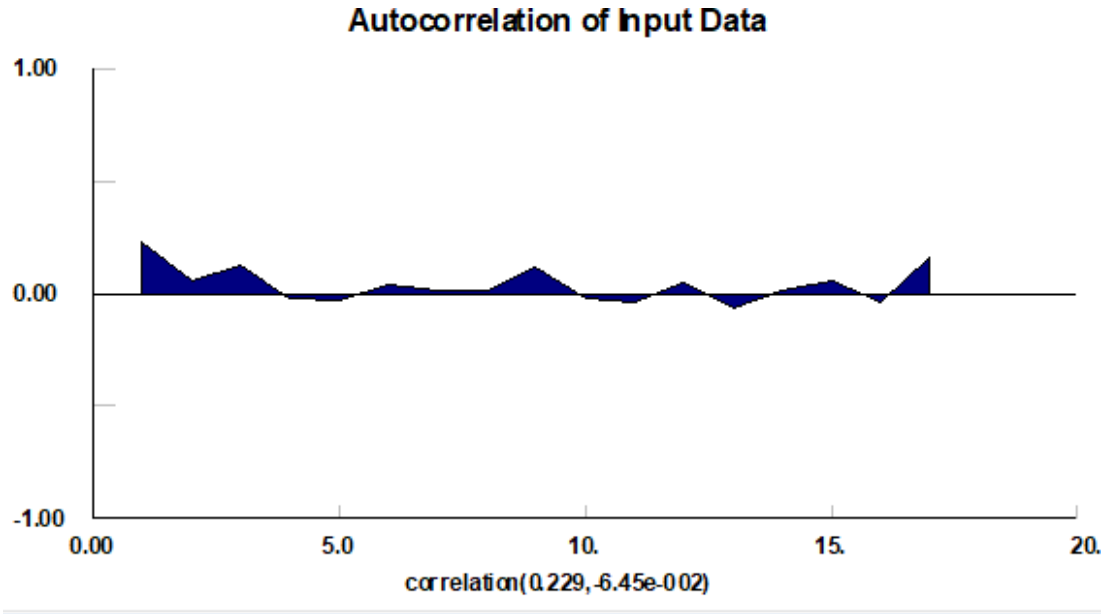
Anexo 25. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería Menta y Sabor.



Anexo 26. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería Menta y Sabor.

931	96,17	111,5	174,0	28,71	21,4	90,6	40,4	96,9	156,
33,1	24,6	113,7	0,16	88,9	75,4	15,8	238,4	100,1	77,4
44,2	44,5	105,0	88,6	205,4	35,5	53,8	18,2	56,7	55,7
85	32,2	37,0	69,1	89,7	82,7	197,1	130,1	21,3	36,6
72,0	48,2	29,9	62,6	51,8	90,5	38,4	49,6	29,6	29,7
44,3	100,1	50,1	19,8	85,0	28,4	31,3	72,6	17,4	36,4
29,3	110,1	19,1	16,6	34,5	68,0	3,55	35,8	23,3	33,3
36,2	24	51,8	31,2	69,4	17,7	265,2	37,7	76,3	139,2
<input type="button" value="CALCULATE"/> <input type="button" value="CLEAR"/>									
Mean	76.0125				Variance	NaN			
Mean: The first half	99.675				Mean: The second half	52.35			
Variance: The first-half	21228.2762				Variance: The second half	2017.46410			
One-Lag Apart Autocorrelation	0.0595249				Two-Lag Apart Autocorrelation	0.1085211			
Conclusion									
Moderate evidence for trend or seasonality									

Anexo 27. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos arribos cafetería Menta y Sabor.



runs test on input

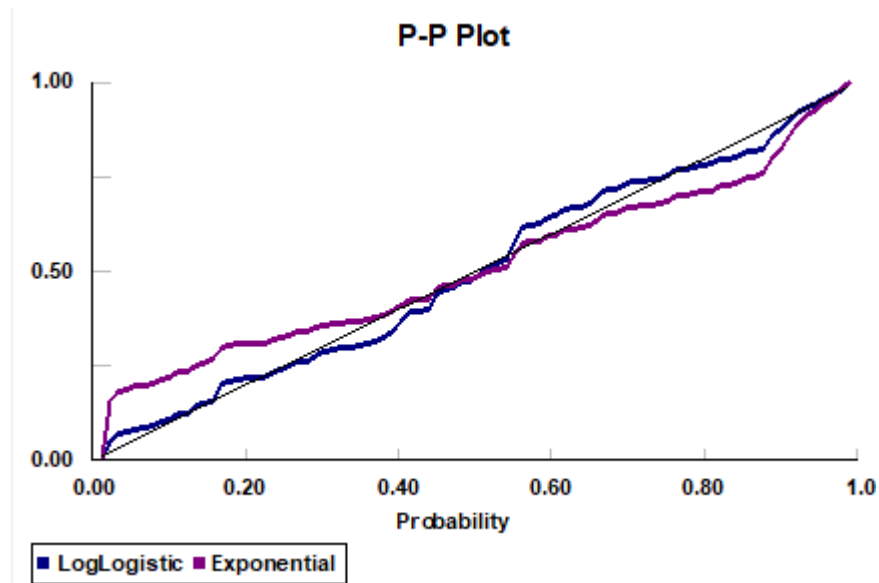
runs test (above/below median)

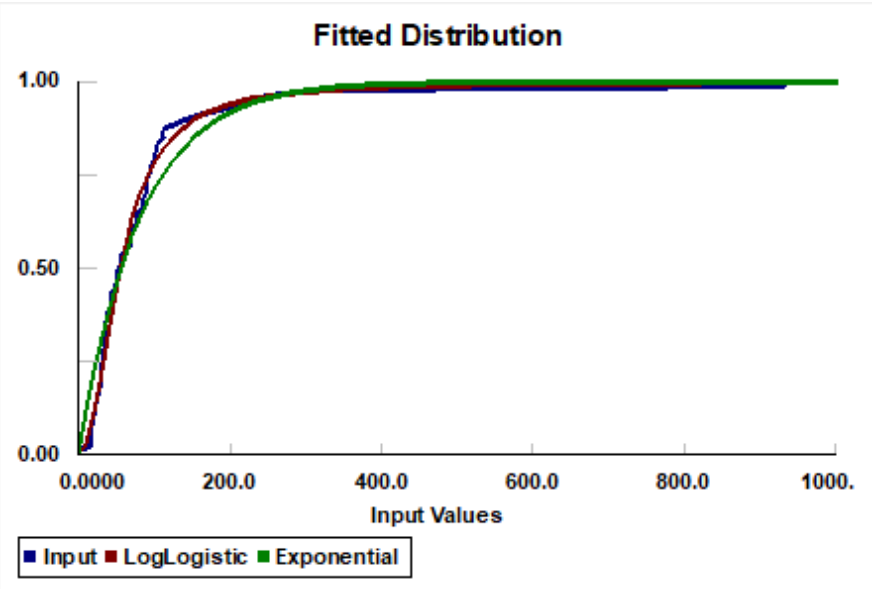
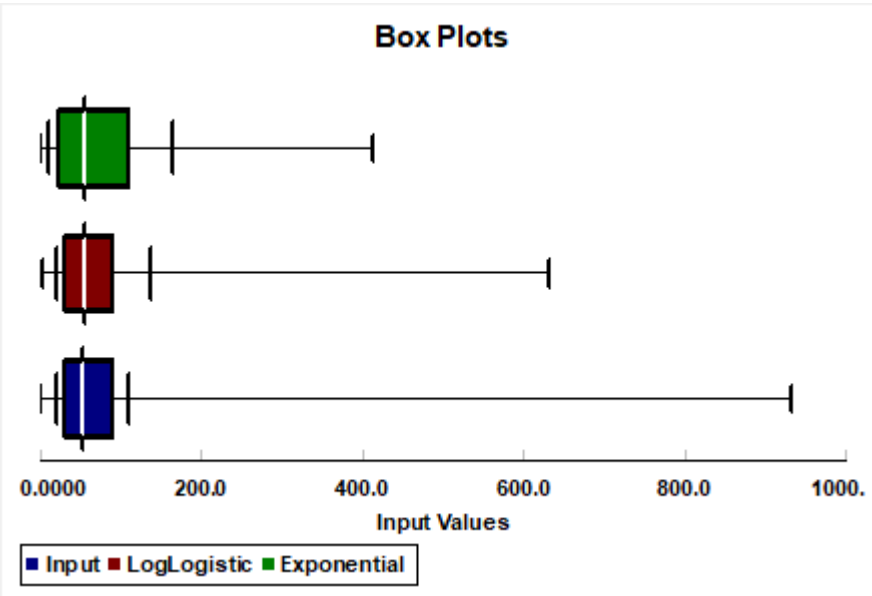
data points	88
points above median	44
points below median	44
total runs	43
mean runs	45.
standard deviation runs	4.66338
runs statistic	0.428873
level of significance	5.e-002
runs statistic[2.5e-002]	1.95996
p-value	0.668015
result	DO NOT REJECT

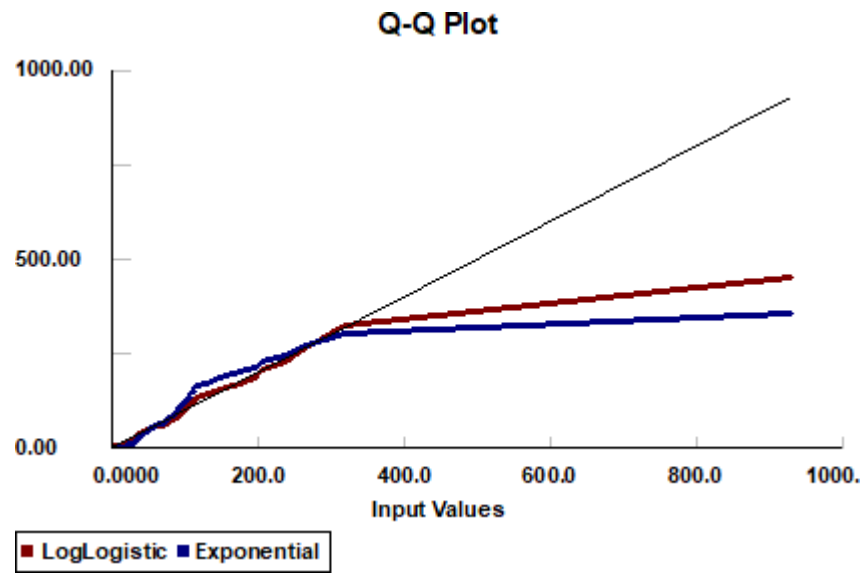
runs test (turning points)

data points	88
turning points	65
mean turnings	58.3333
standard deviation turnings	3.91436
turnings statistic	1.70313
level of significance	5.e-002
turnings statistic[2.5e-002]	1.95996
p-value	8.85437e-002
result	DO NOT REJECT

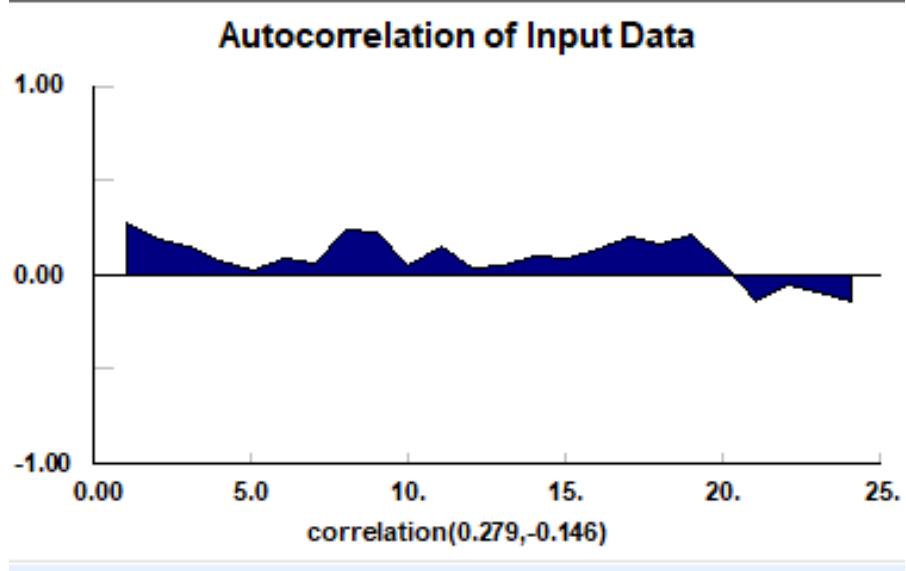
Anexo 28. Graficas de ajuste de arribos cafetería Menta y Sabor

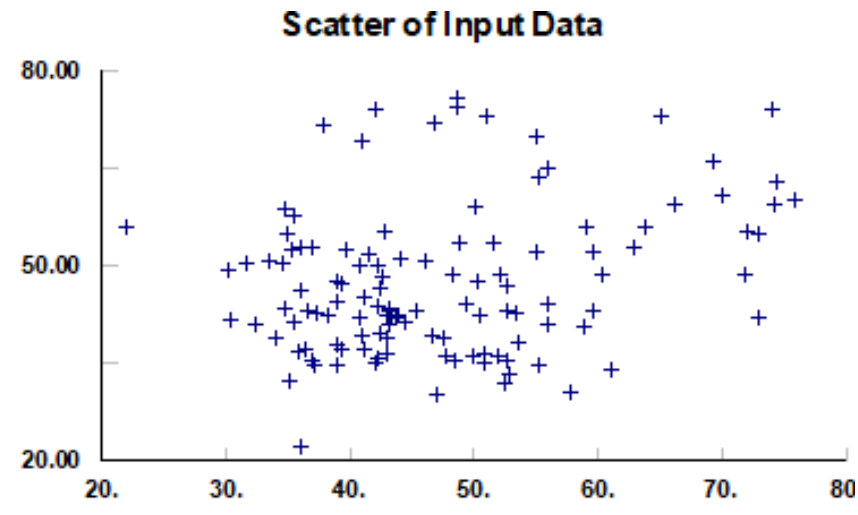






Anexo 29. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos ensamble (servicio) cafetería Menta y Sabor.





runs test on input

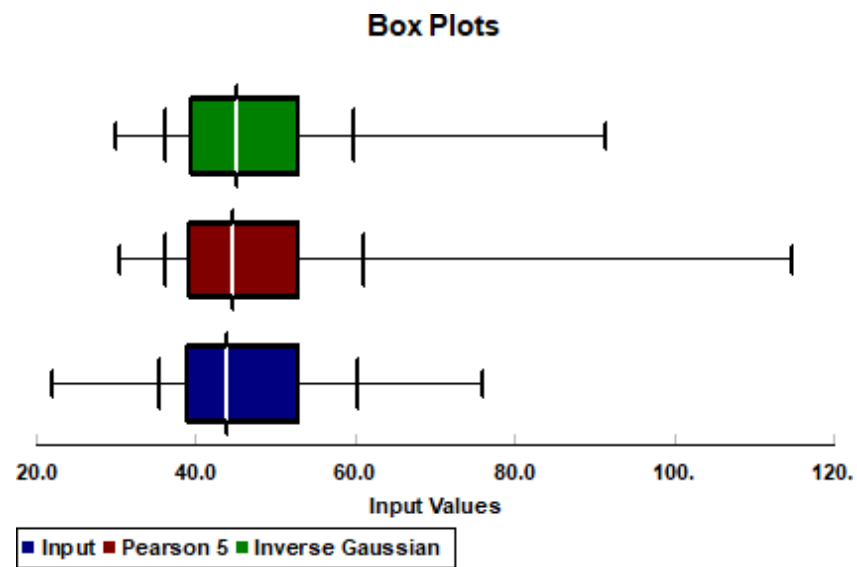
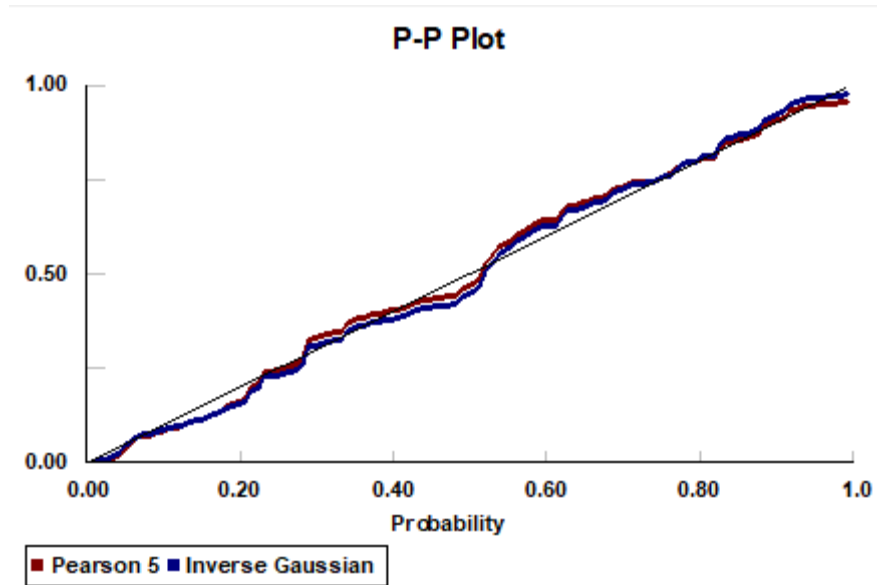
runs test (above/below median)

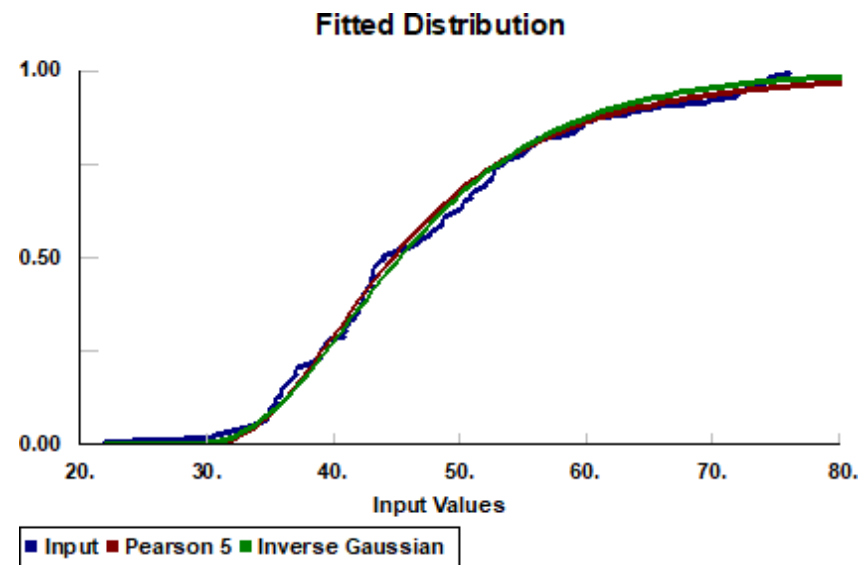
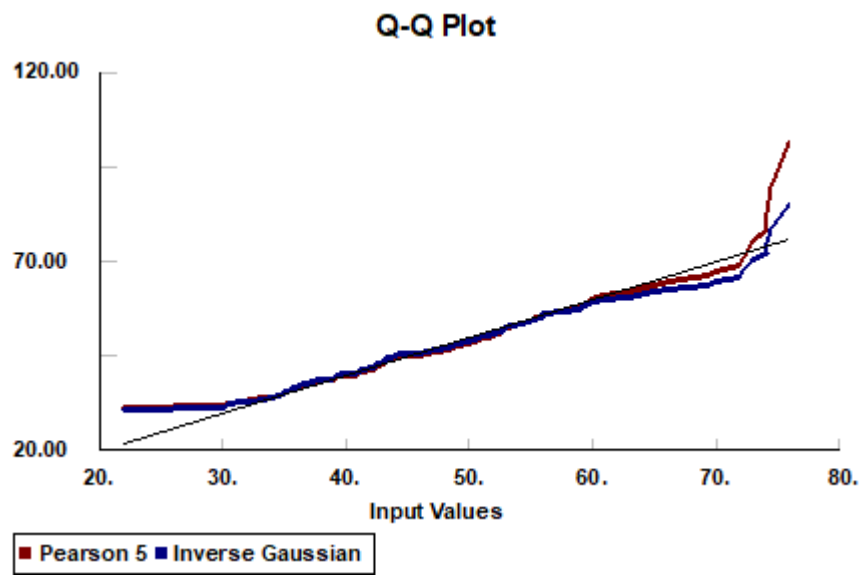
data points	120
points above median	60
points below median	60
total runs	53
mean runs	61.
standard deviation runs	5.45416
runs statistic	1.46677
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.142439
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

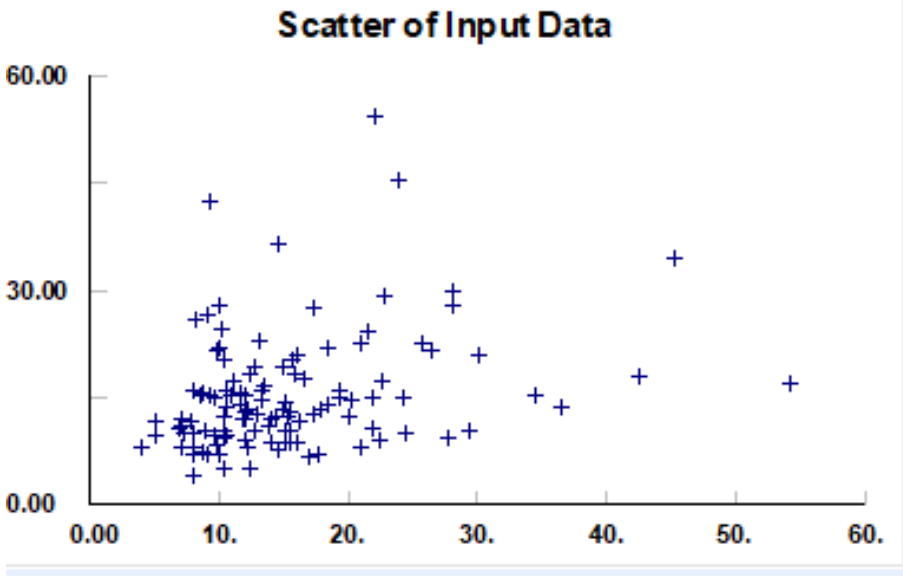
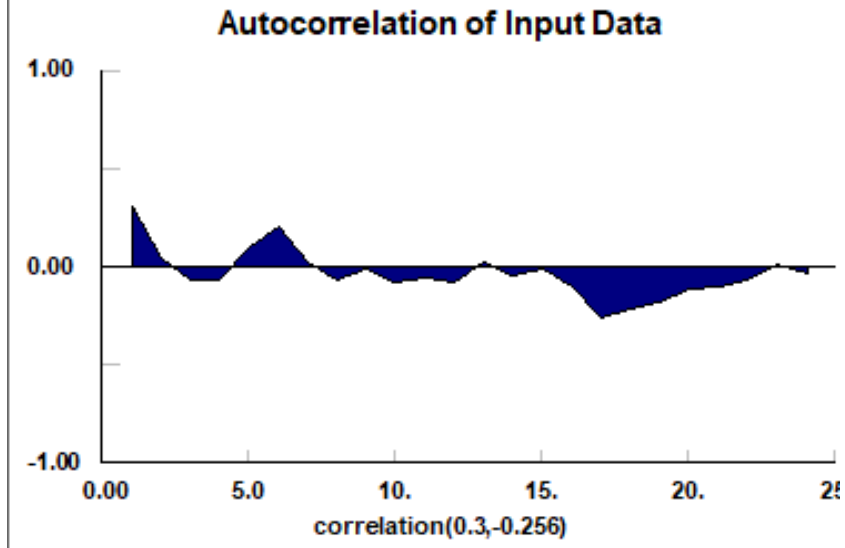
data points	120
turning points	73
mean turnings	79.6667
standard deviation turnings	4.58379
turnings statistic	1.4544
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.145835
result	DO NOT REJECT

Anexo 30. Graficas de ajuste cafetería Menta y Sabor datos tiempo de ensamble. (servicio)





Anexo 31 Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Menta y Sabor tiempo de pago. (servicio)



runs test on input

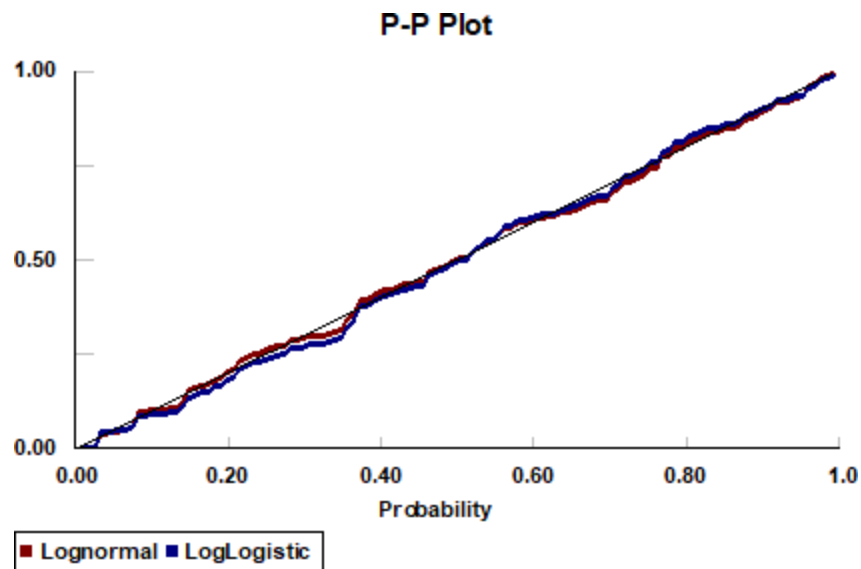
runs test (above/below median)

data points	120
points above median	60
points below median	60
total runs	48
mean runs	61.
standard deviation runs	5.45416
runs statistic	2.3835
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	1.71489e-002
result	REJECT

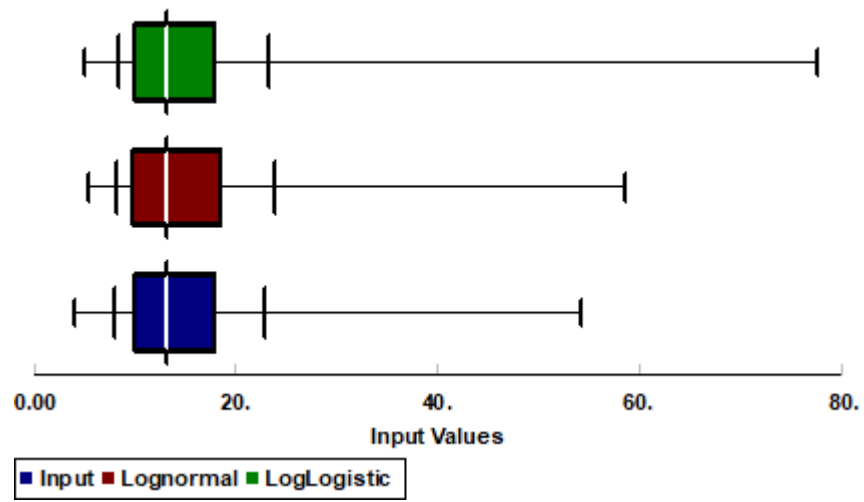
runs test (turning points)

data points	118
turning points	62
mean turnings	78.3333
standard deviation turnings	4.54484
turnings statistic	3.59382
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	3.25864e-004
result	REJECT

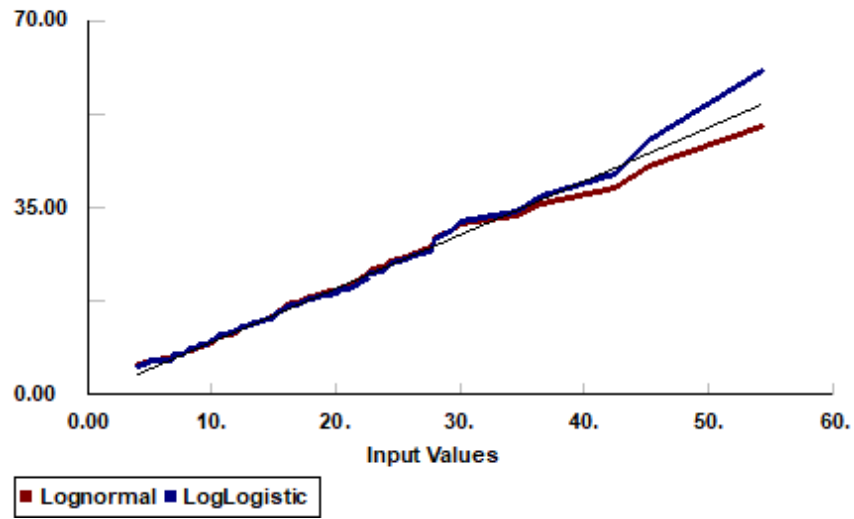
Anexo 32 Graficas de ajuste cafeteria Menta y Sabor datos tiempo de pago. (servicio)

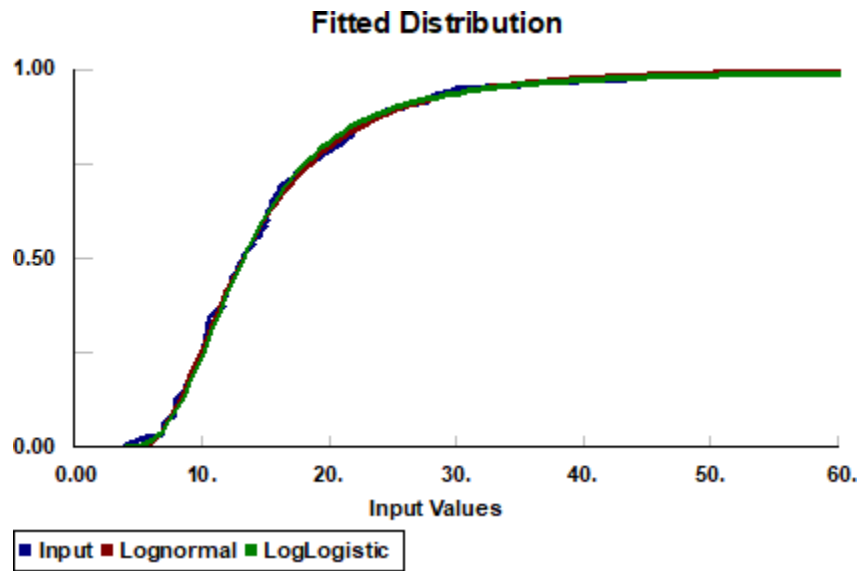


Box Plots

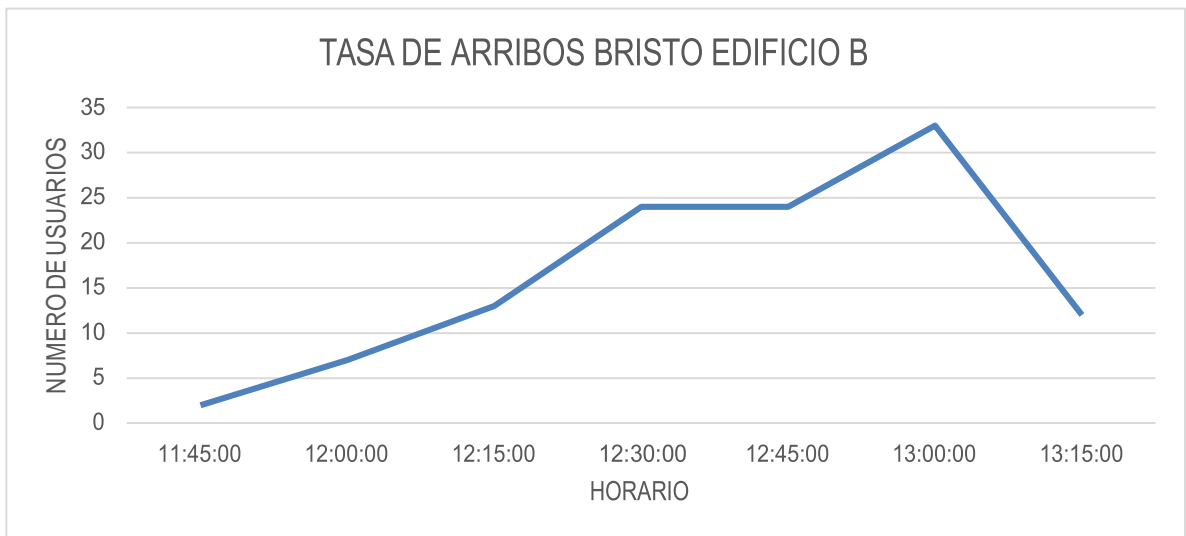


Q-Q Plot

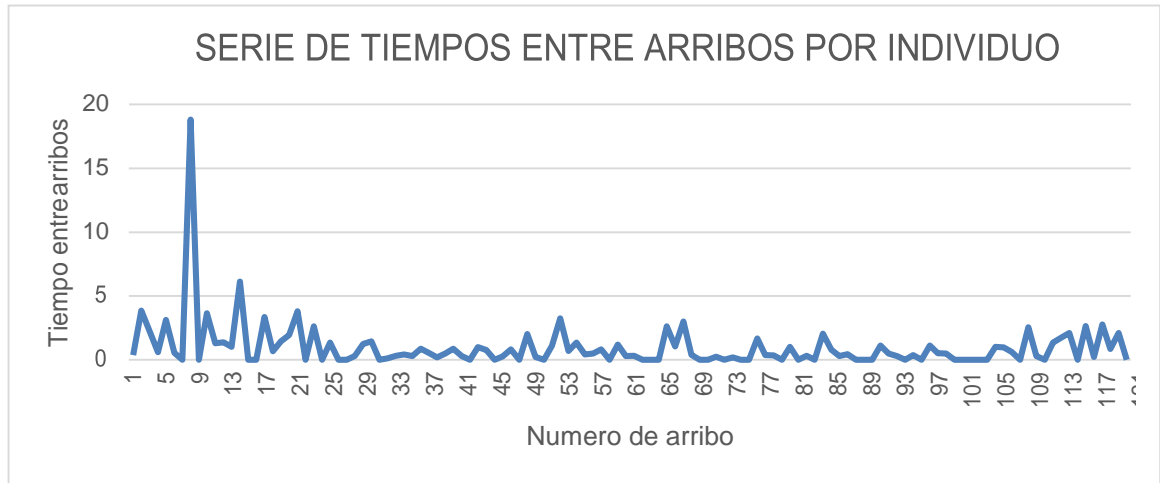




Anexo 33. Tasa de arribos cafetería Bristo edificio B en la franja horaria caracterizada como critica



Anexo 34. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería Bristo edificio B



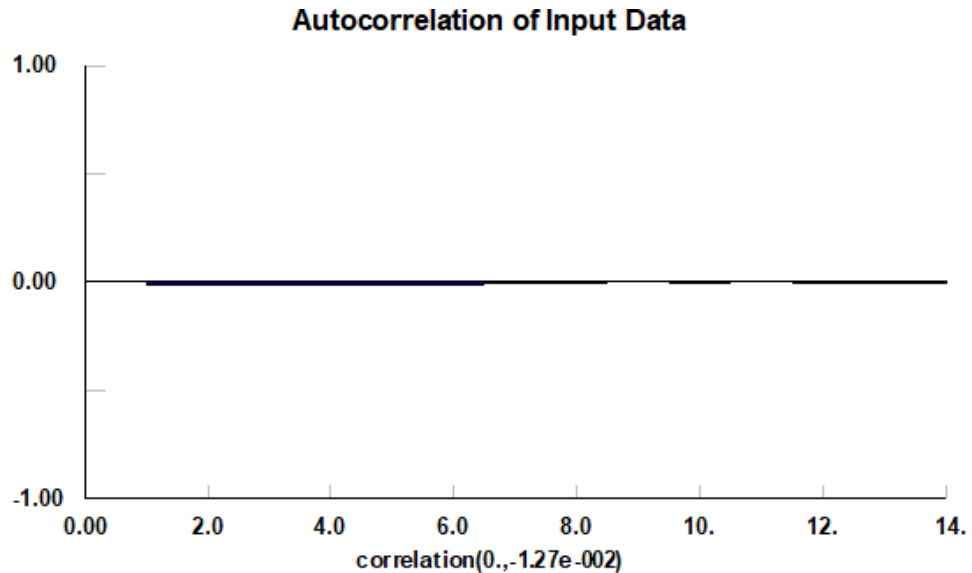
Anexo 35. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería Bristo edificio B

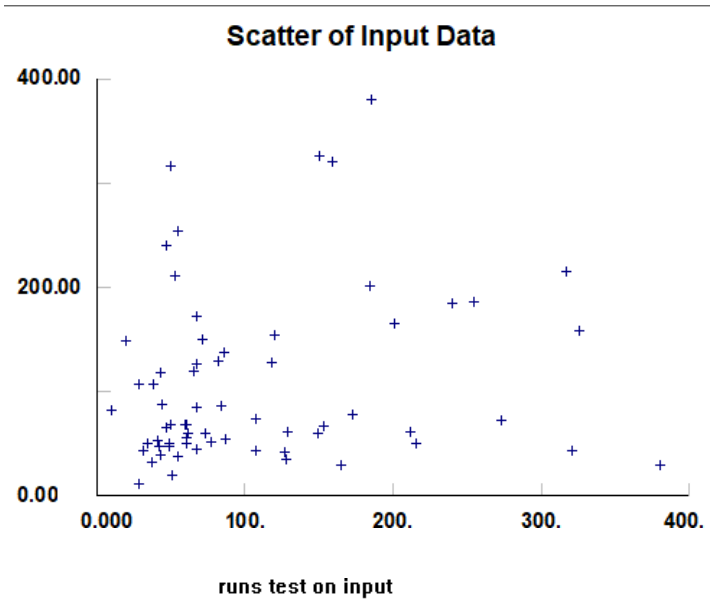


Anexo 36. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería Bristo edificio B.

231,1	134,0	35,87	187,7	32,86	1128	218,4	77,66	81,96	61,16
367,1	201	39,72	86,36	117,4	227,6	157,0	80,5	17,26	75,36
86,47	6,95	18,87	25,36	17,2	51,60	33,37	11,2	30,36	52,26
16,9	59,64	45,86	15,46	49,3	120,6	13,21	65,96	195,6	40,96
81,26	25,81	30,21	48,86	72,07	17,56	18,46	157,6	62,36	180,4
23,00	14,3	11,36	100,6	21,56	20,17	61,26	19,12	122,7	47,97
17,21	27,36	67,86	30,00	17,77	21,86	67,06	31,66	30,16	60,94
57,90	36,9	152,2	18,31	81,27	103,1	125,6	158,6	13,16	166,1
CALCULATE		CLEAR							
Mean	86.25	Variance	NaN						
Mean: The first half	112.4	Mean: The second half	60.1						
Variance: The first-half	33548.29740	Variance: The second half	2461.682051						
One-Lag Apart Autocorrelation	0.1101037	Two-Lag Apart Autocorrelation	0.0975816						
Conclusion									
Suggestive evidence for trend or seasonality									

Anexo 37. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Bristo edificio B arribos.





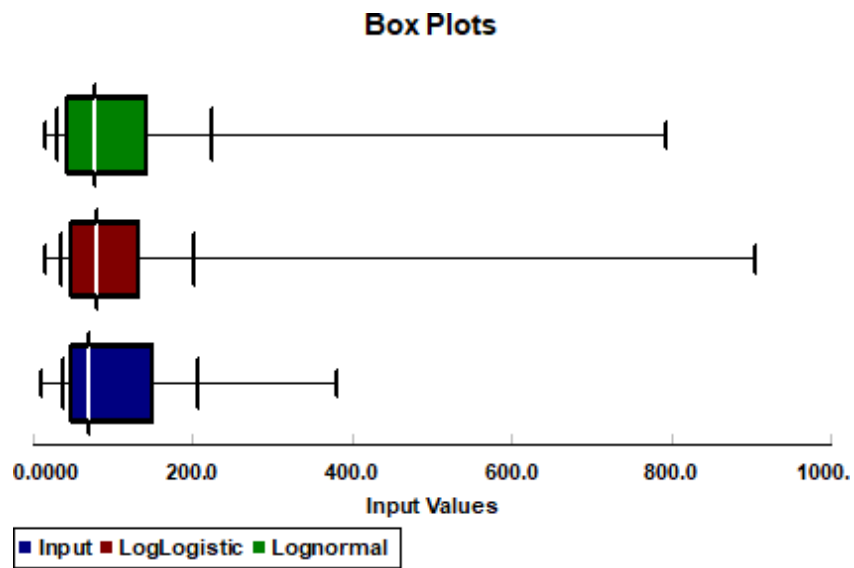
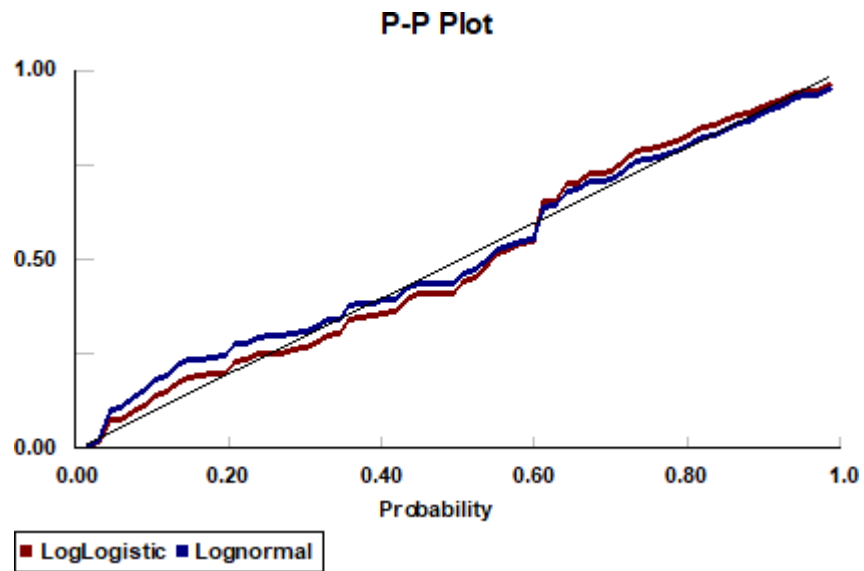
runs test (above/below median)

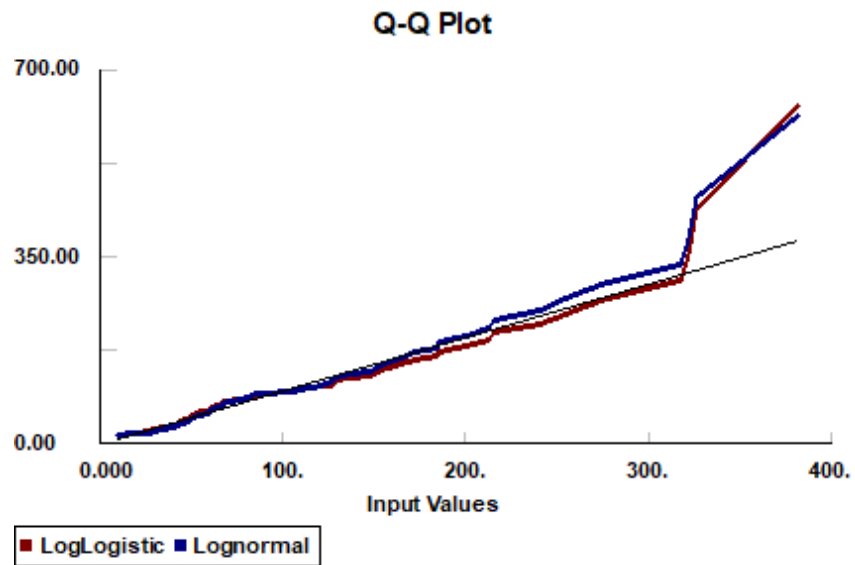
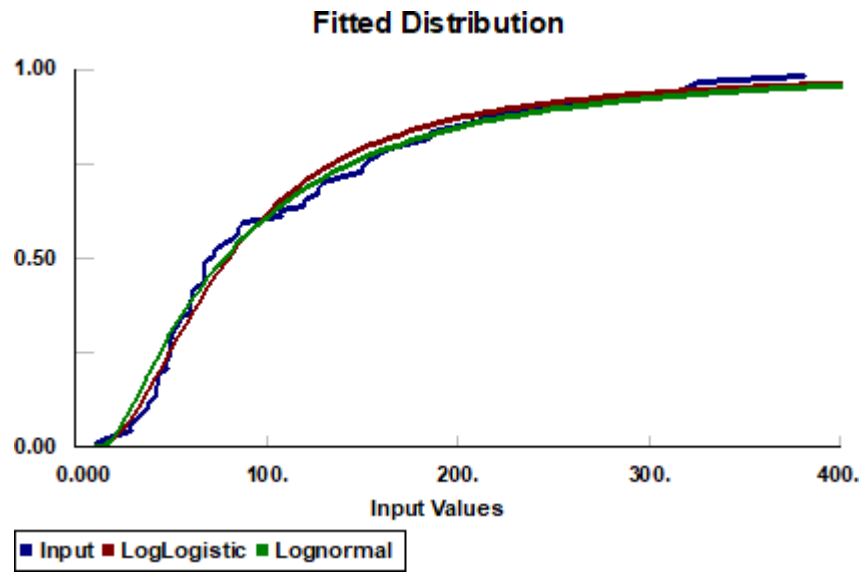
data points	66
points above median	33
points below median	33
total runs	29
mean runs	34.
standard deviation runs	4.03065
runs statistic	1.24049
level of significance	5.e-002
runs statistic[2.5e-002]	1.95996
p-value	0.214793
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

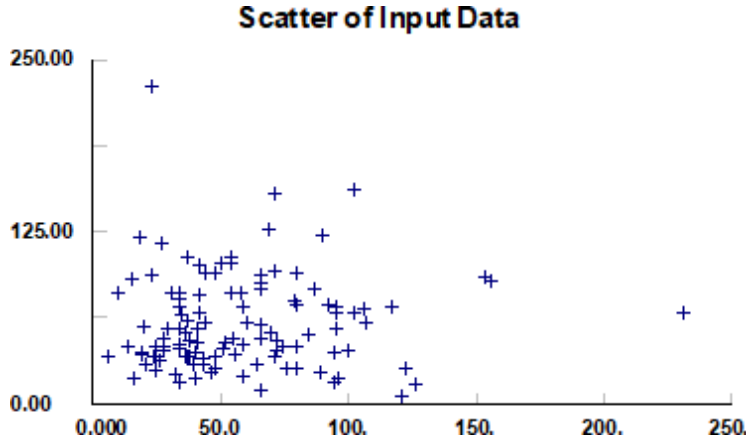
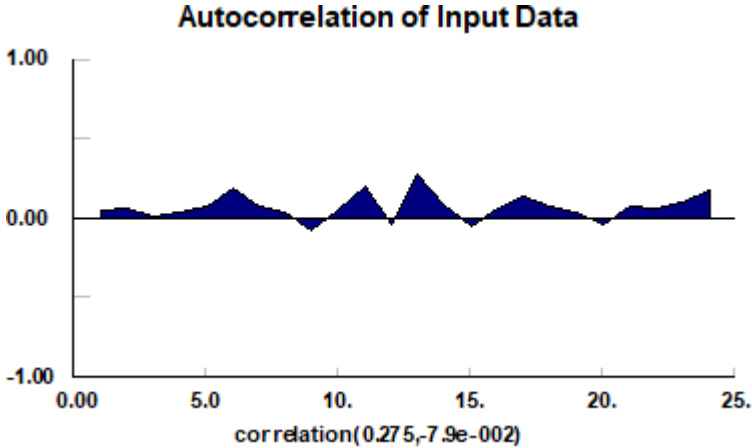
data points	66
turning points	39
mean turnings	43.6667
standard deviation turnings	3.37803
turnings statistic	1.38147
level of significance	5.e-002
turnings statistic[2.5e-002]	1.95996
p-value	0.167133
result	DO NOT REJECT

Anexo 38. Gráficas de ajuste cafeteria Bristo B arribos.





Anexo 39. Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería Bristo B datos tiempo de pago. (servicio)



runs test on input

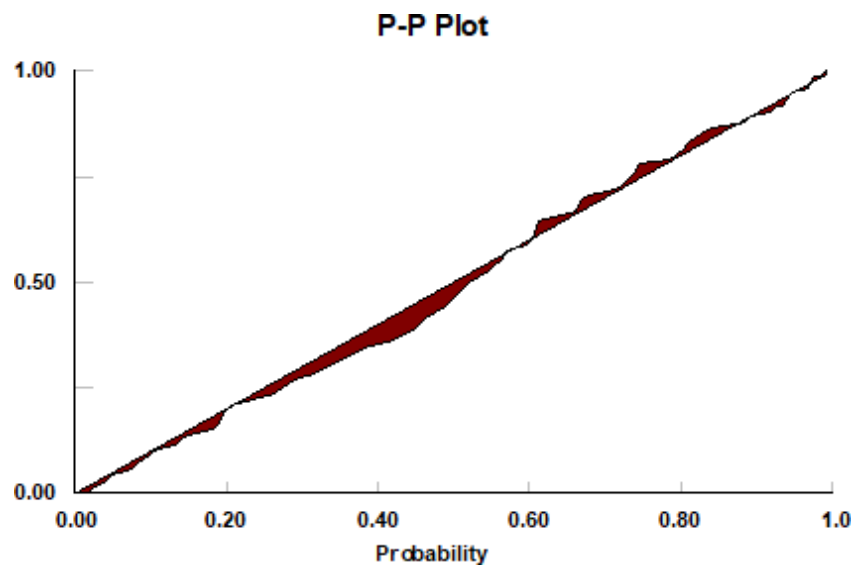
runs test (above/below median)

data points	120
points above median	59
points below median	59
total runs	51
mean runs	60.
standard deviation runs	5.40813
runs statistic	1.66416
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	9.60802e-002
result	DO NOT REJECT

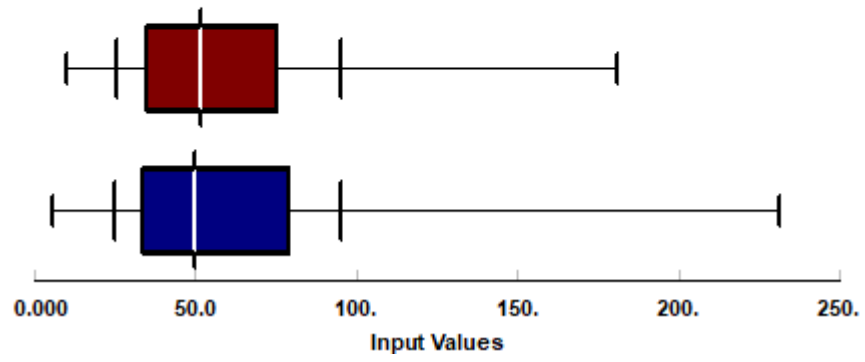
runs test (turning points)

data points	120
turning points	81
mean turnings	79.6667
standard deviation turnings	4.58379
turnings statistic	0.29088
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.771143
result	DO NOT REJECT

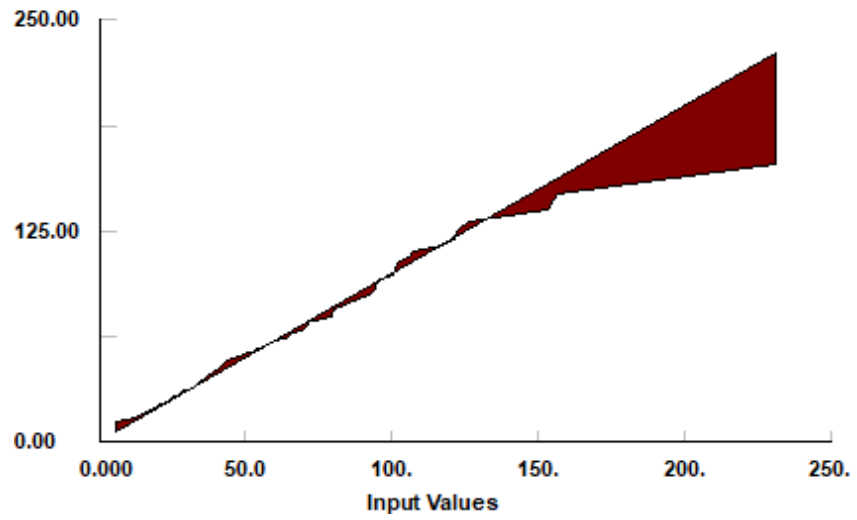
Anexo 40. Gráficas de ajuste cafeteria Bristo B pago.

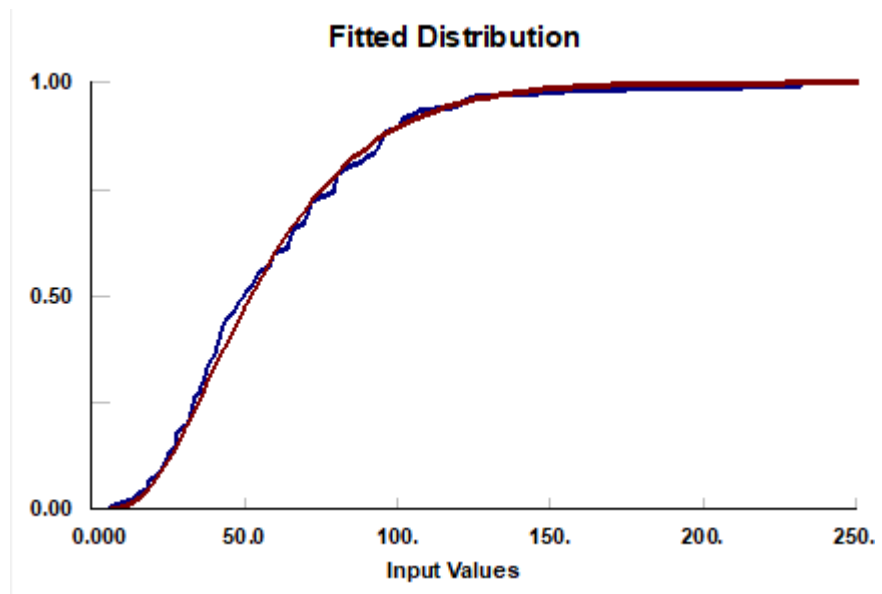


Box Plots



Q-Q Plot

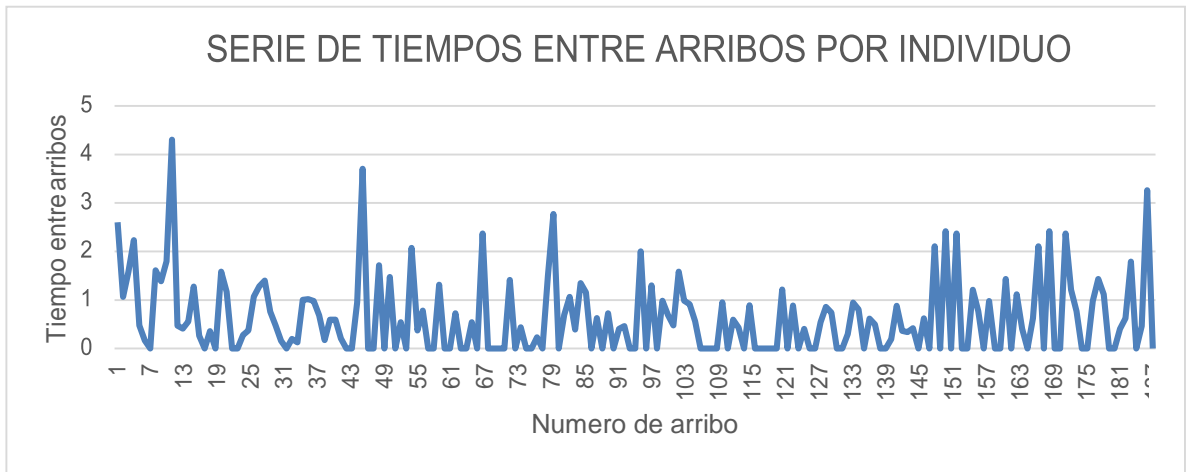




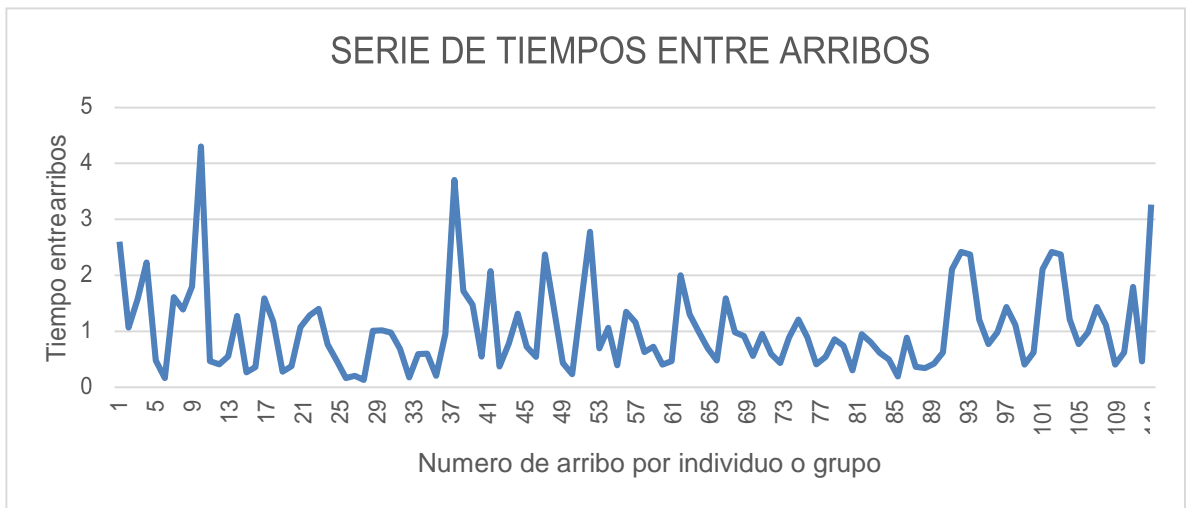
Anexo 41. Tasa de arribos cafetería The Snack Café en la franja horaria caracterizada como critica



Anexo 42. Serie de tiempos entre arribos por individuo de la cafetería The Snack Café



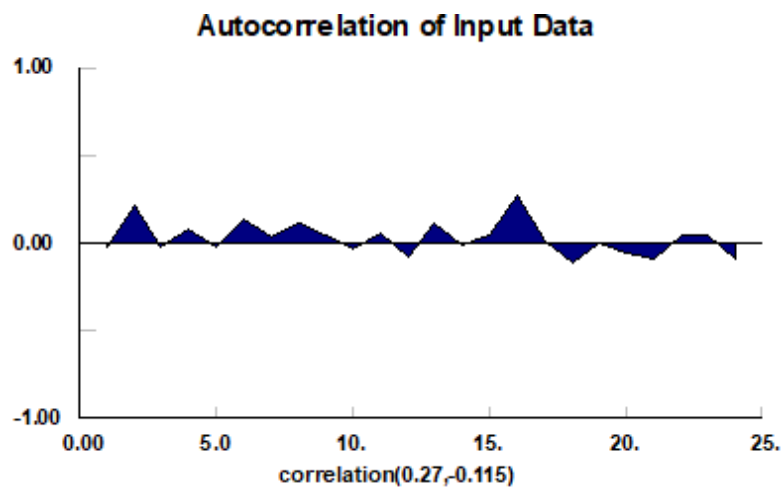
Anexo 43. Serie de tiempos entre arribos de la cafetería The Snack Café.

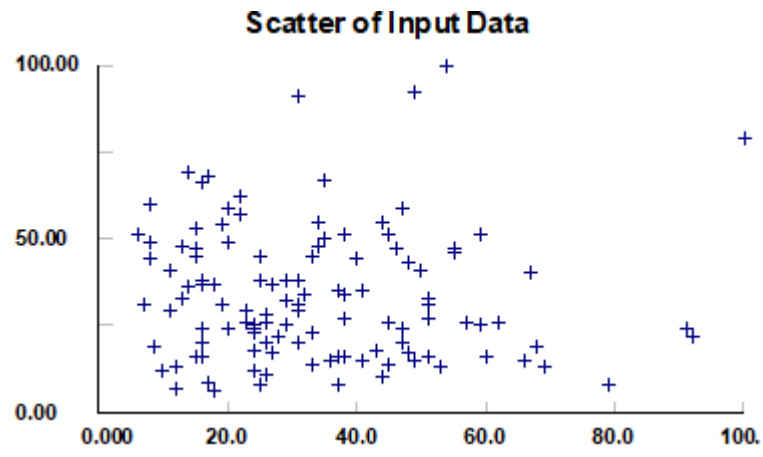


Anexo 44. Prueba de estacionariedad datos arribos cafetería The Snack Café

5	50	29,1€	43,47	148,2	15,9€	114,€	39,0'	38,8	48,17
46,17	108,€	110,1	30,7€	78,8€	83,0€	164,€	117,€	51,17	24,4€
151,€	37,9	61,7€	19,7€	55,4€	12,2	51,8€	37,1€	51,8€	37,1€
51,8€	37,1€	37,1€	51,9€	27,41	100,'	39,6€	48,8	49,1'	17,8€
14,1€	108,€	39,6€	32,9€	46,8€	10,5€	40,5€	45,8€	42,3	27,9€
111,€	40,5€	31,4€	72,31	39,7€	66,6€	93,5€	18,9€	9,44	91,8
7,51	28,3€	76,6€	17,9€	40,2	43,1€	87,37	29,9€	11,4€	57,87
27,6€	33,07	9,13	62,4€	56,3€	20,5€	52,2	56,3'	82,4'	12,6€
<input type="button" value="CALCULATE"/> <input type="button" value="CLEAR"/>									
Mean		51.05			Variance		NaN		
Mean: The first half		57.675			Mean: The second half		44.425		
Variance: The first-half		1554.173717			Variance: The second half		799.686538€		
One-Lag Apart Autocorrelation		-0.0717721			Two-Lag Apart Autocorrelation		0.0595964		
Conclusion									
Little or no real evidences for trend or seasonality									

Anexo 45 Prueba de independencia de auto correlación, dispersión y run test de datos cafetería The Snack Café datos tiempo de pago. (servicio)





runs test on input

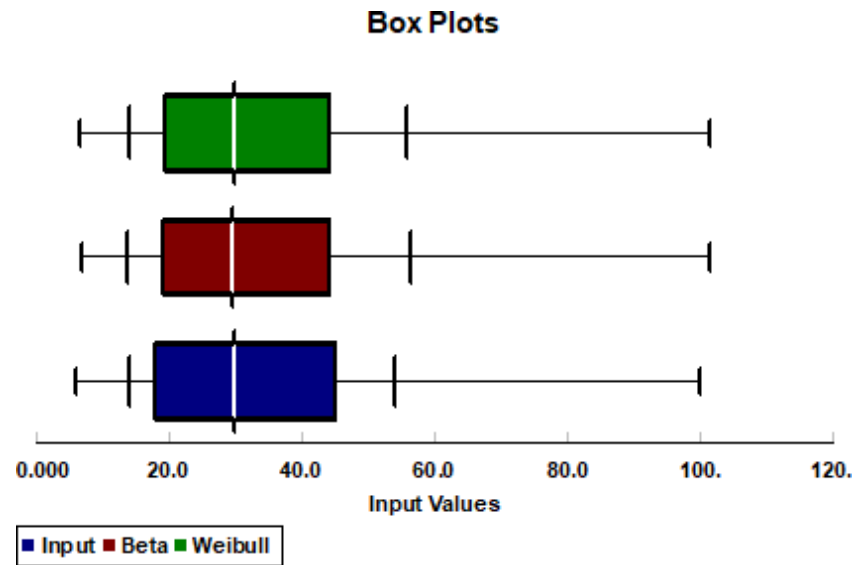
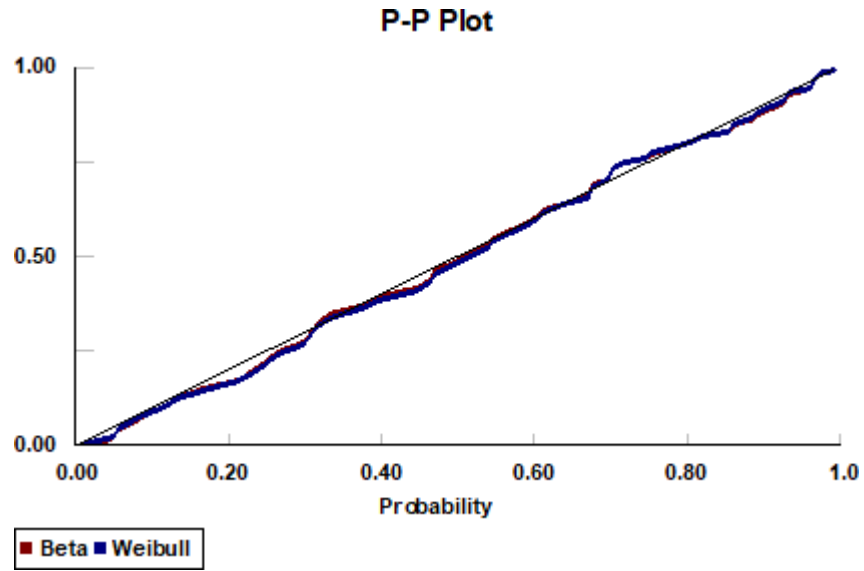
runs test (above/below median)

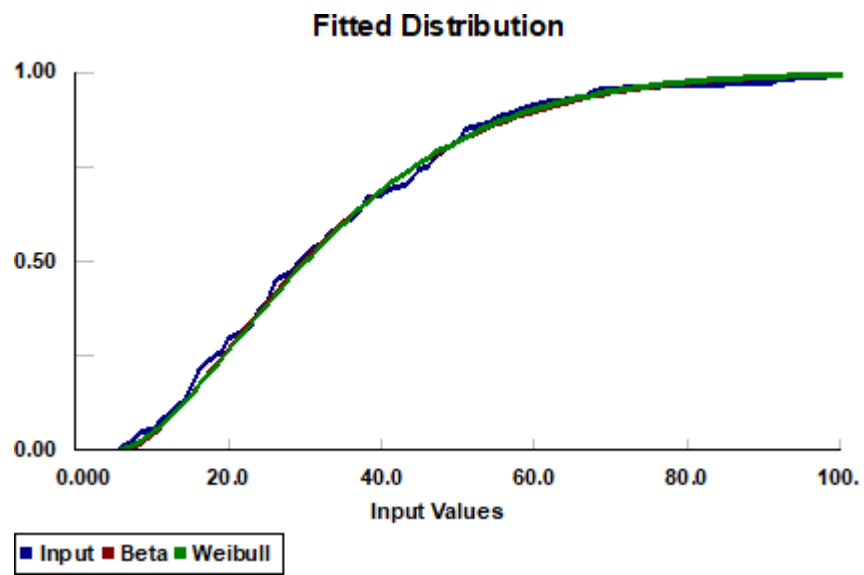
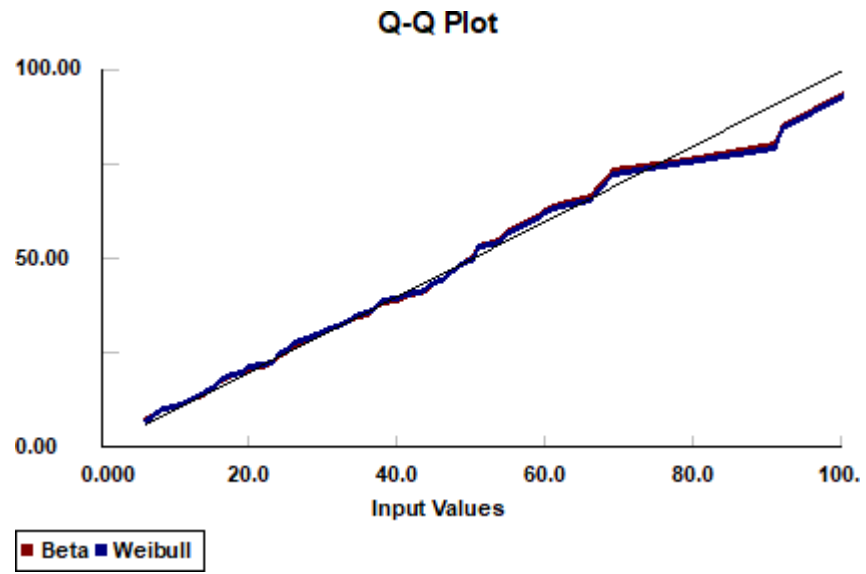
data points	120
points above median	60
points below median	60
total runs	62
mean runs	61.
standard deviation runs	5.45416
runs statistic	0.183346
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.854526
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

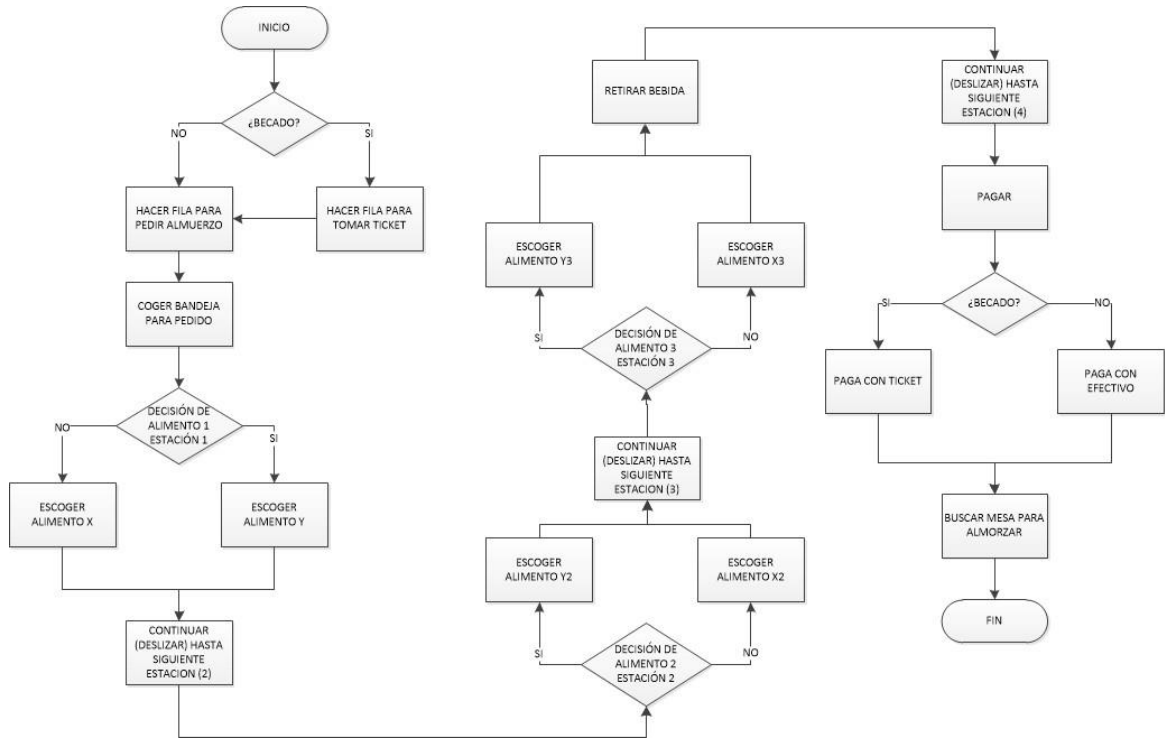
data points	115
turning points	85
mean turnings	76.3333
standard deviation turnings	4.48578
turnings statistic	1.93203
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	5.33557e-002
result	DO NOT REJECT

Anexo 46 Gráficas de ajuste cafeteria The Snack café. (servicio)

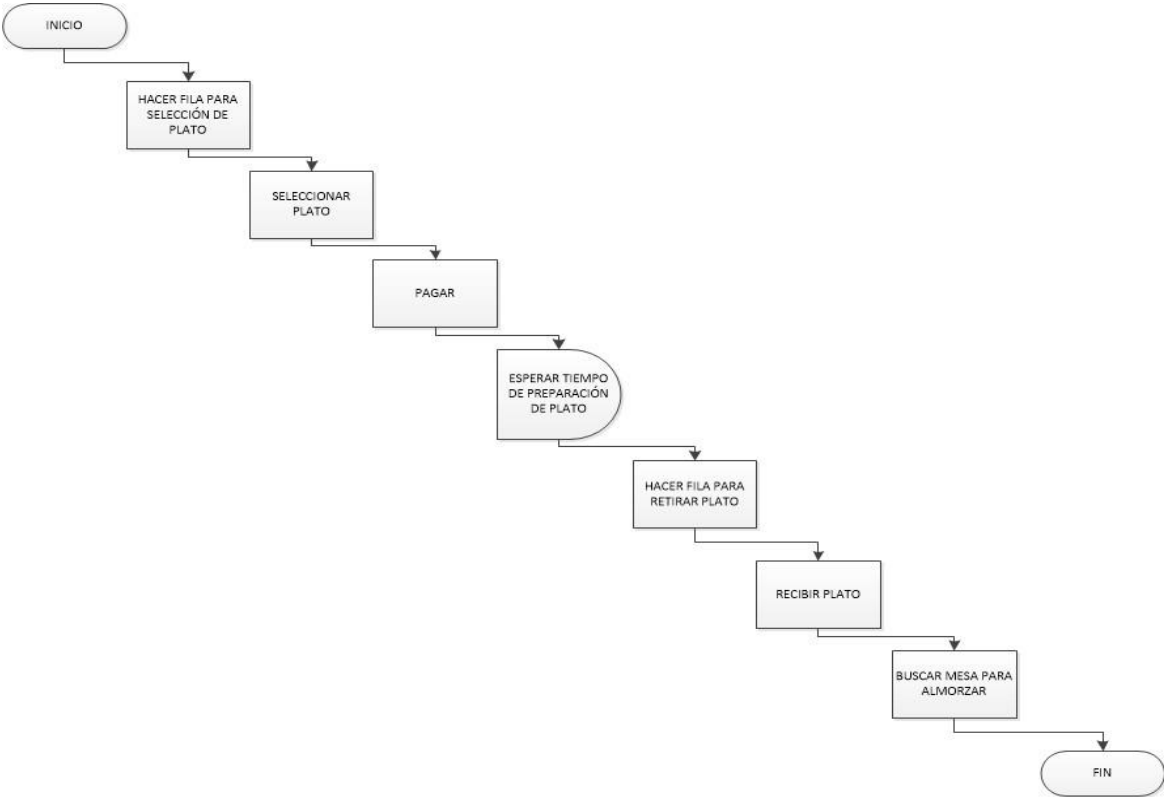




Anexo 47. Diagrama de proceso del modelo de ensamblaje en las cafeterías



Anexo 48. Diagrama de proceso del modelo bajo pedido en las cafeterías



Anexo 49. Formato para toma de tiempos de servicio en las cafeterías The snack café y Bristo edificio B

Fecha:				
Franja horaria:	11:30-1:30			
			TIEMPO DE SERVICIO	
FRANJA HORARIA	CLIENTE	TIEMPO EN COLA	TIEMPO PAGO	TIEMPO EN EL SISTEMA
	1			
	2			
	3			

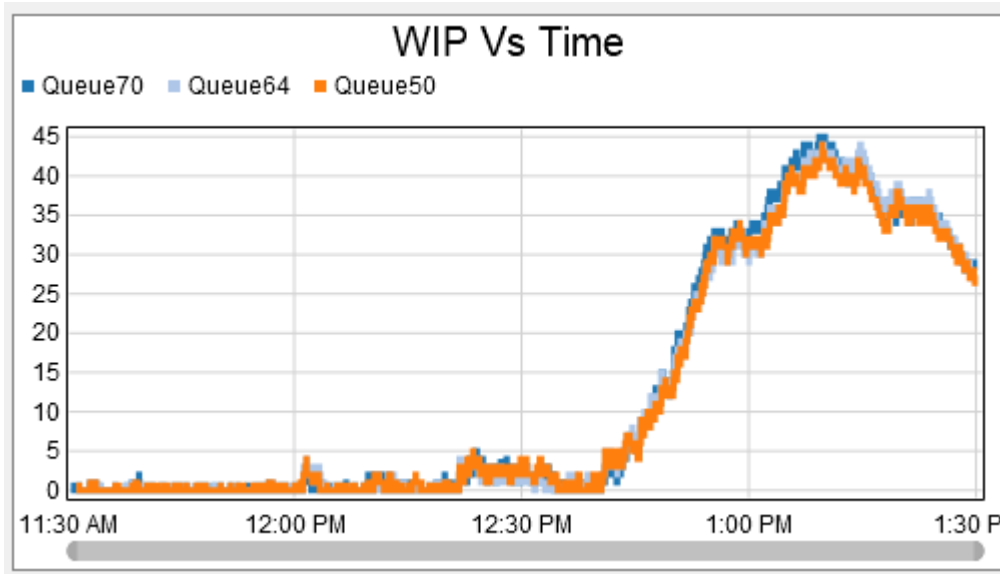
Anexo 50. Formato para toma de tiempos de servicio en las cafeterías Bristo edificio G y Menta y Sabor

Fecha:					
Franja horaria:	11:30-1:30				
FRANJA HORARIA	CLIENTE	TIEMPO EN COLA	TIEMPO DE SERVICIO		TIEMPO EN EL SISTEMA
			TIEMPO DE PAGO	TIEMPO DE ENSAMBLAJE	
	1				
	2				
	3				

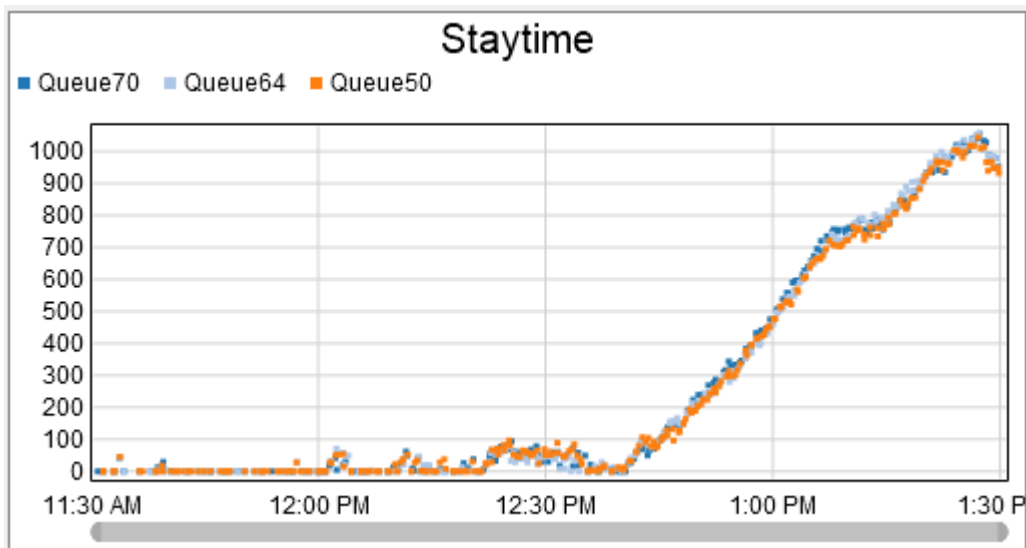
Anexo 51. Formato para toma de tiempos de servicio en las cafeterías Isabela y Anthony

Fecha:					
Franja horaria:	11:30-1:30				
FRANJA HORARIA	CLIENTE	TIEMPO EN COLA	TIEMPO DE SERVICIO		TIEMPO EN EL SISTEMA
			TIEMPO DE ENSAMBLAJE	TIEMPO DE PAGO	
	1				
	2				
	3				

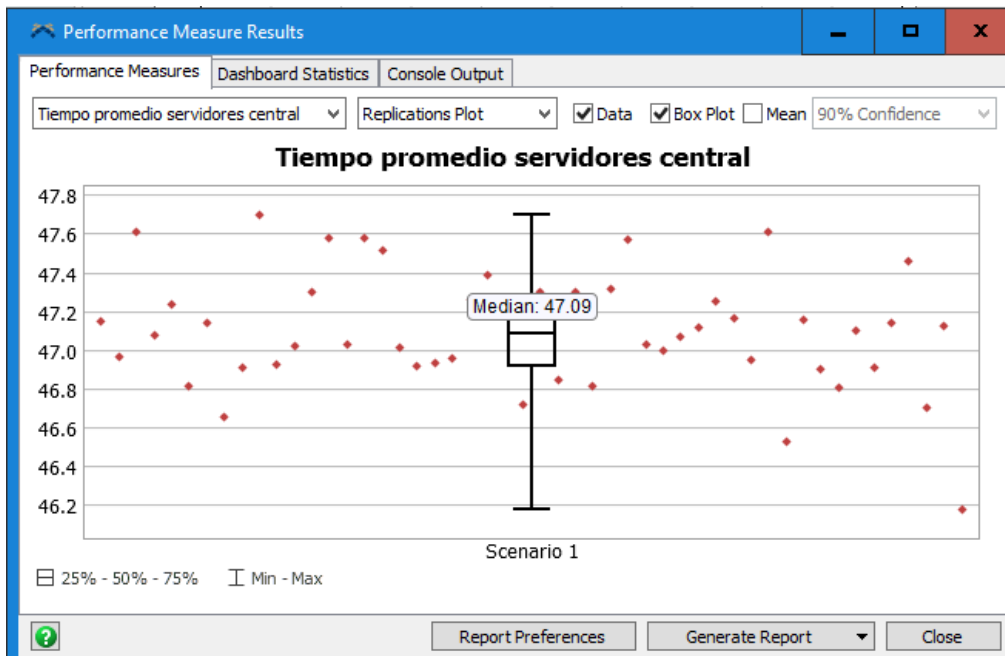
Anexo 52. Número de personas en cola a través de las dos horas simuladas para la cafetería Isabella con 3 líneas de servicio



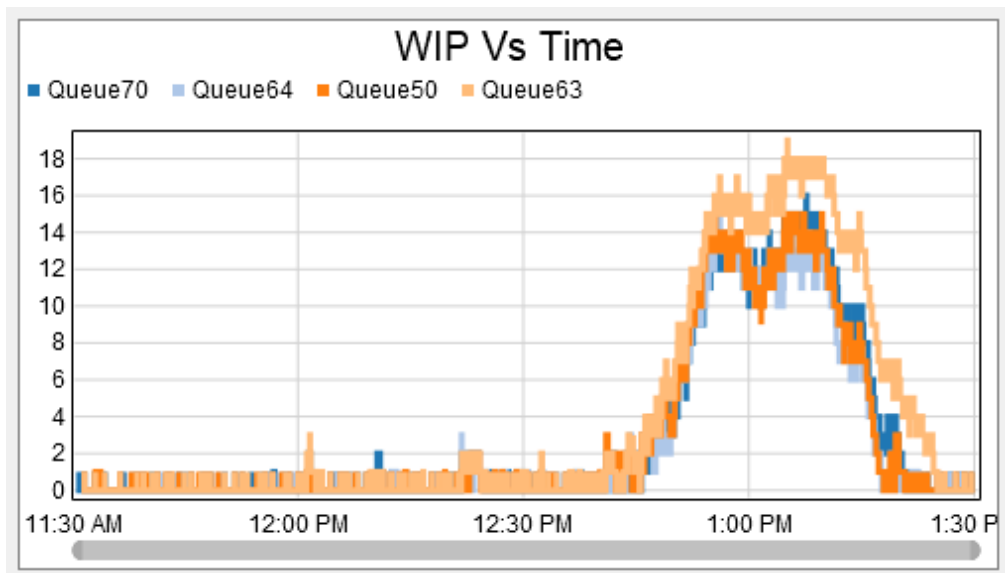
Anexo 53. Tiempos en cola a través de las dos horas simuladas para la cafetería Isabella con 3 líneas de servicio



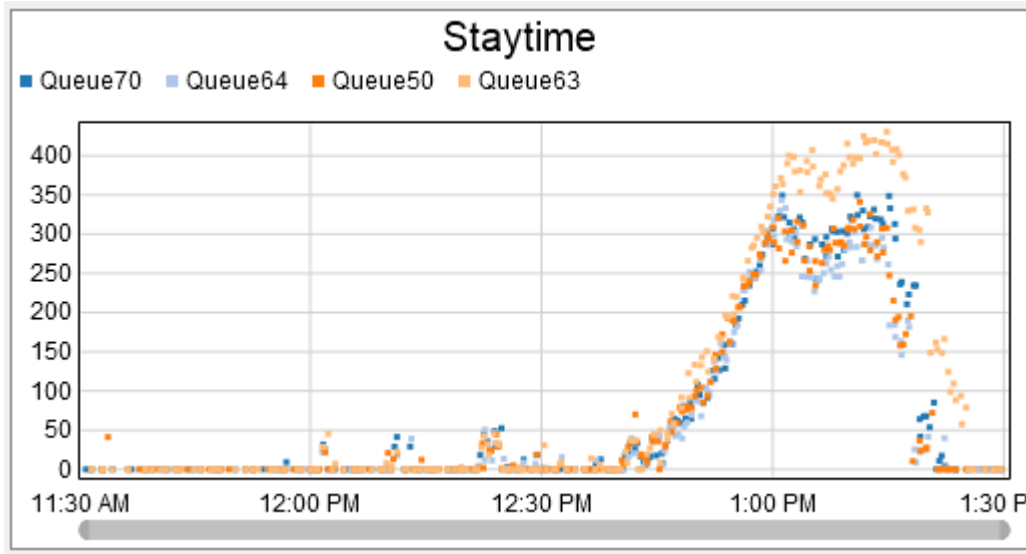
Anexo 54. Tiempo promedio de servidores de ensamble de la cafetería Isabella



Anexo 55. Número de personas en cola a través de las dos horas simuladas para la cafetería Isabella con 4 líneas de servicio



Anexo 56. Tiempos en cola a través de las dos horas simuladas para la cafetería Isabella con 4 líneas de servicio



Anexo 57. Reporte de Cambios y Ajustes

Título del Proyecto: Evaluación del nivel de servicio y productividad basada en simulación de las líneas de espera de las principales cafeterías de la universidad Icesi.

Integrantes: Gabriela Zapata Quintero y Sergio Andrés Villarraga Varela.

Lector: Rolando José Acosta Amado.

No.	Comentarios Lector/sustentación	Respuesta/Modificación (incluir la página del documento)
1	Agregar una recomendación que no requiera inversión.	Se agregó una nueva recomendación que implica reestructuración de horarios destinados para el almuerzo, con el fin de dispersar la demanda.
2	¿Cómo determinaron que una semana de toma de datos era suficiente?	Como se explicó en las conclusiones los datos de una semana no fueron suficientes para la construcción y validación del modelo. No se pudo obtener una mayor cantidad de datos debido a las limitaciones tanto físicas como temporales.

3	Los primeros tres objetivos específicos tienen más sabor de actividades que de objetivos.	Se redactan de esta manera ya que nuestros objetivos eran llevar a cabo actividades.
4	El tercer objetivo específico tiene dos o tres objetivos específicos dentro de sí.	Tal vez fuimos ambiciosos y por limitaciones metodológicas no podíamos tener más objetivos. Por lo anterior sintetizamos varios en uno
