

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Villa María

Trabajo Práctico Integrador

**Cátedra:** Simulación.

**Docentes:**

- Sandri Cristian

**Entrega N° 3:** Análisis de alternativas y conclusiones

**Grupo N° 7**

**Integrantes:**

- Durelli, Nicolas-13037-[nicolasarieldurelli@gmail.com](mailto:nicolasarieldurelli@gmail.com)
- Sachetto, Ignacio-12733-[nachosachetto1998@hotmail.com](mailto:nachosachetto1998@hotmail.com)
- Tarletta, Juan-12471-[juantarletta@gmail.com](mailto:juantarletta@gmail.com)

**2021**

<b>1) Formulación del problema</b>	<b>1</b>
a. Declaración formal del problema, donde se ponga en evidencia la situación de disconformidad existente.	1
b. Establecer los objetivos del proyecto en forma clara y concisa.	1
<b>2) Definición del sistema</b>	<b>2</b>
a. Descripción detallada del sistema y su funcionamiento (utilizar fotos, diagramas, croquis, etc)	2
Surtidor GNC	3
b. Clasificación del sistema en todas sus posibilidades.	3
c. Componentes del sistema, eventos a modelar, restricciones y/o simplificaciones que se aplicarán (justificar todo lo expuesto)	4
d. Datos de entrada a recolectar que se usarán en el modelo.	6
e. Datos de salida a tener en cuenta para recolectar	6
f. Medidas de comportamiento (variables de salida) a utilizar para analizar el comportamiento del sistema.	6
<b>3) Recolección de los datos y análisis</b>	<b>7</b>
Planilla con recolección de los datos, metodología utilizada para la toma de datos del modelo.	7
Cálculo de los parámetros estadísticos de los datos recolectados (media, moda, varianza, etc.)	20
Histograma de los datos de entrada recolectados (criterio de igual ancho e igual probabilidad)	21
Gráfico comparativo con la distribución de los datos de entrada y la distribución teórica seleccionada para cada dato.	26
Test estadístico para determinar el grado de ajuste de los diferentes datos de entrada recolectados con la distribución teórica seleccionada: aplicar los dos test con ambos criterios para el armado de los intervalos.	31
Test chi-cuadrado usando aproximación por intervalos de igual ancho y aproximación por intervalos de igual probabilidad.	31
Test Kolmogorov-Smirnov usando aproximación por intervalos de igual ancho y aproximación por intervalos de igual probabilidad.	31
<b>4) Desarrollar el programa en GPSS del modelo a ser simulado:</b>	<b>50</b>
<b>5) Verificar el modelo programado en GPSS:</b>	<b>54</b>
<b>6) Validar el modelo:</b>	<b>64</b>
<b>7) Diseño de experimentos:</b>	<b>69</b>
<b>8) Análisis de réplicas:</b>	<b>69</b>
<b>9) Analizar los datos de salida:</b>	<b>69</b>
<b>10) Formular conclusiones</b>	<b>69</b>

## **1) Formulación del problema**

### **a. Declaración formal del problema, donde se ponga en evidencia la situación de disconformidad existente.**

Cada vez más el tiempo pasa a jugar un papel importante en la vida de las personas, en la vorágine del día a día las personas parecen cada vez más apuradas en su accionar diario, buscar a su hijo al jardín, llegar a tiempo a una reunión de trabajo o llegar al supermercado antes de su horario de cierre, son algunas de las cosas que hacen que nuestro día a día se vuelva cada vez más intenso. Es por eso que, para ayudarnos a ganar tiempo y simplificar nuestras vidas se crearon los vehículos.

A día de hoy en Villa María podemos ver pasar miles y miles de automóviles o motocicletas que se dirigen de un punto a otro de la ciudad, pero como bien sabemos cada uno de estos vehículos necesita ser impulsado por combustible, es ahí donde aparece nuestro objeto de estudio del trabajo en cuestión, las estaciones de servicio.

Para el desarrollo del trabajo hemos decidido enfocarnos en la Estación de Servicio YPF ubicada en la intersección de la Autopista Rosario-Córdoba y la Ruta Nacional 158, en las afueras de Villa María, la cual evidencia un alto grado de disconformidad de los clientes que se dirigen a ella, principalmente a horas claves del día como pueden ser 7:00 am, 12:00 p.m o 18:30.

Debido a su composición, un alto grado de demanda del servicio en horas pico del día produce altas colas de vehículos, lo que genera una alta disconformidad en los clientes ya que deberán esperar un tiempo excesivo para realizar la carga del mismo, desperdiciando así tiempo valioso que podría hacer la diferencia entre llegar a tiempo a la reunión de trabajo o llegar a tiempo al jardín de niños.

### **b. Establecer los objetivos del proyecto en forma clara y concisa.**

Como explicamos anteriormente, nuestro objeto de estudio en cuestión es la Estación de servicio YPF, la misma presenta una gran demanda de clientes en horas claves del día, lo que genera largas colas de vehículos y de esta forma descontento en los clientes.

Nuestro objetivo con este proyecto es poder realizar un estudio detallado de la misma, prestando especial atención en cada uno de los componentes que la conforman, los recursos que utiliza, la cantidad de los mismos, el tiempo que estos se encuentran en activos, como así también poder estudiar las colas que se generan en el establecimiento, para eso realizaremos un exhaustivo estudio de los clientes, haciendo hincapié en los tiempos en los cuales hay mayor concurrencia de clientes, el tiempo que los mismos tardan en ser atendidos, el tiempo de servicio y la cantidad de clientes que se encuentran en la cola en cada momento.

De esta forma, buscamos encontrar algunas de las posibles razones que generan los inconvenientes previamente mencionados y con ello obtener conclusiones en relación al funcionamiento de la Estación que puedan ser utilizadas (si se quisiera) para una posible toma de decisiones futura que reduzca de manera notoria la formación de colas y con esto el descontento que se genera en los clientes.

## 2) Definición del sistema

### a. Descripción detallada del sistema y su funcionamiento (utilizar fotos, diagramas, croquis, etc)



En relación al sistema a estudiar podemos decir que la Estación de Servicio se encuentra ubicada en la intersección de la Autopista Rosario-Córdoba y la Ruta Nacional 158, en las afueras de Villa María.

La misma opera las 24 horas al día, 7 días a la semana, 365 días al año y cuenta con 2 surtidores Gasolina (Diesel y Nafta) y 4 surtidores de Gas Natural Comprimido.

A excepción del Gas Natural, tanto la Gasolina Diesel, como la Nafta cuenta con diferentes tipos de combustible, esta diferenciación viene dada por las ventajas que cada uno presenta. Dentro de las categorías de combustible DIESEL podemos nombrar (Premium e Infinia Diesel), y dentro de las categorías de combustible NAFTA podemos nombrar (Premium e Infinia), el Gas Natural Comprimido no cuenta con categorías por lo que su precio no varía.



La estación de servicio cuenta con diferentes tanques subterráneos donde va almacenando dicho combustible que posteriormente será depositado en los vehículos, dichos tanques se controlan diariamente para tener un nivel regular del mismo, los mismos son rellenados a través de camiones cisterna que distribuyen el combustible a lo largo del país.

El combustible será depositado en los diferentes vehículos a través de surtidores de combustibles que contienen un sistema para controlar la acción de la bomba, y en segundo lugar, una sección mecánica que contiene una bomba eléctrica y unas

válvulas para bombear físicamente el combustible.

Al momento que el cliente concurre a la estación para realizar la carga de su vehículo deberá posicionarse en el surtidor que se corresponda con el combustible que desea (cargar), en caso de haber colas en su surtidor deberá posicionarse en la cola y esperar ser atendido.

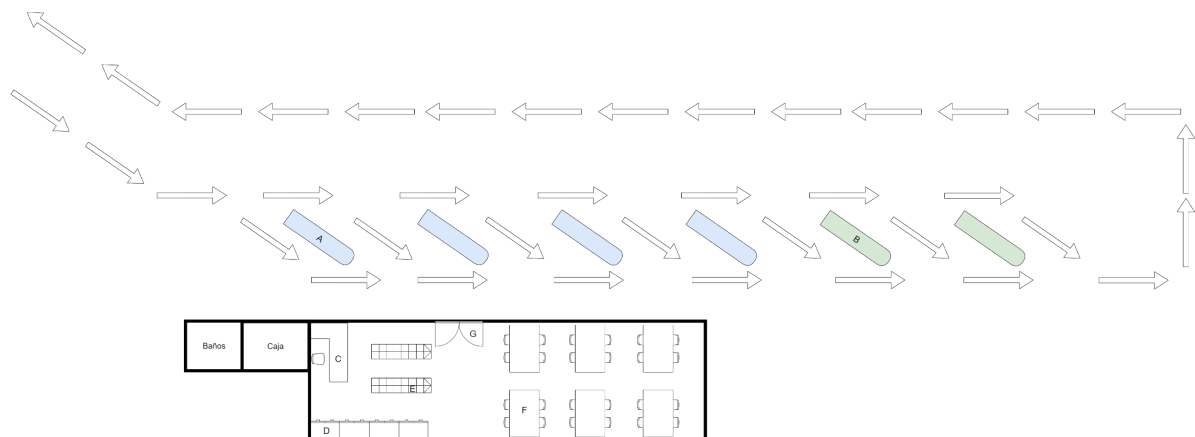
Una vez que llega su turno, el cliente deberá especificarle al Playero (Persona encargada de realizar la carga del combustible) que tipo de combustible desea cargar para comprobar que se encuentra en el surtidor correcto, y a su vez cuanto combustible desea, en estos casos el cliente podría especificar la cantidad mediante Litros que desea cargar o en cantidad de dinero. Dicho esto, una vez el playero cuenta con la información necesaria, ingresará la manguera dentro del vehículo y accionará la misma para realizar la carga. Vale aclarar que el playero cuenta con dos opciones: la primera es verificar manualmente la cantidad de combustible depositado en el

vehículo del cliente, o sino programar la cantidad solicitada para que una vez se llegue a la cantidad correspondiente la bomba se acciona y corte el suministro. Cada surtidor a su vez cuenta con una pantalla que mostrará la cantidad en Litros que están siendo suministrados y también mostrará el importe a pagar que se calcula automáticamente en relación con el precio del combustible (el cual varía según combustible y tipo) y la cantidad suministrada del mismo.

Una vez realizada la operación el Playero verificará que la cantidad de Litros sea la correcta y deberá comunicarle al cliente el importe a pagar, dicho esto el cliente deberá comunicar de qué forma realiza dicho pago, para esto cuenta con cuatro opciones: Efectivo, Mercado Pago, Tarjeta de Débito o Tarjeta de Crédito, y Código QR. Realizado el pago correspondiente, el cliente encendera su vehículo y se retirara del establecimiento, accionando de manera similar para los posteriores clientes.

Vale aclarar que además del Servicio de Carga de Combustible la Estación cuenta a su vez con servicios de cafetería, Servicio de Service Vehicular, baños públicos y compresor de aire, los cuales no serán tenido en cuenta a lo largo del desarrollo del proyecto, ya que no son parte de nuestro objeto de estudio.

### **Croquis del Establecimiento:**



- A. Surtidor GNC
- B. Surtidor de Gasolina
- C. Zona de Caja
- D. Heladeras
- E. Estantería
- F. Mesa
- G. Puerta

### **b. Clasificación del sistema en todas sus posibilidades.**

Al momento de clasificar a nuestro sistema tenemos presente que los mismos pueden ser clasificados en dos diferentes, estos pueden ser:

- Sistemas Discretos, Continuos o Combinados.
- Sistemas Terminados o No Terminados.
- Sistema de Cola
- Sistema complejo

- Sistema Determinístico o Probabilístico

Dicho esto consideramos a nuestro sistema como un Sistema de Eventos Discretos y un Sistema Terminado y a continuación daremos la justificación correspondiente.

En primer lugar consideramos a nuestro Sistema como un **Sistema de Eventos Discretos** ya que sabemos que en estos tipos de sistemas, los eventos ocurren en saltos discretos del reloj, y entre ellos el sistema no cambia en relación al número de entidades en el sistema. En nuestro caso los eventos a los cuales hacemos referencia serán las llegadas de los clientes, el comienzo del servicio que se le será otorgado, y el final del mismo una vez que el cliente se retira del establecimiento.

En segundo lugar consideramos a nuestro Sistema como un **Sistema No Terminado** y esto se debe a que nuestra estación opera la 24 horas del día los 7 días de la semana, por lo que no podemos definir claramente una situación inicial que nos permita identificar cuando comenzó el sistema, ni podemos identificar una hora de cierre, por lo que podemos decir que el sistema se encuentra corriendo continuamente.

También lo consideramos como un Sistema de Cola, ya que se van acumulando clientes, los cuales van saliendo del sistema en el mismo orden en el que llegan (FIFO).

Otra de las clasificaciones es Complejo y Probabilístico, ya que sus elementos principales son personas que tienen comportamiento aleatorio.

### **c. Componentes del sistema, eventos a modelar, restricciones y/o simplificaciones que se aplicarán (justificar todo lo expuesto)**

Componentes del sistema:

#### **Entidades**

Entre las entidades de nuestro sistema podemos encontrar:

- Clientes: Persona interesada en obtener el servicio brindado por la estación, en este caso, el cliente tendrá la intención de realizar la carga de combustible de su vehículo, por un determinado importe o una determinada cantidad de combustible.

**Atributos:** Tipo de Vehículo, Tipo de combustible, Tamaño de Tanque, Tipo de pago

#### **Colas**

En relación a las colas que se forman en nuestro sistema podemos identificar que en cada uno de los Surtidores las colas que se forman tienen la característica de utilizar prioridad FIFO. (Primero en Entrar, Primero en Salir) .

Cada cliente que arrive al sistema deberá posicionarse en su surtidor correspondiente, y respetar su lugar en la cola del mismo. A medida que un cliente sea atendido la cola irá avanzando de manera progresiva, atendiendo los clientes por orden de llegada.

#### **Recursos**

Entre los componentes de nuestro sistema podemos encontrar:

- Surtidores Combustible DIESEL: Surtidor capaz de brindar combustible DIESEL, tanto en su variante Premium, como Infinia Diesel.
- Surtidores Combustible NAFTA: Surtidor capaz de brindar combustible NAFTA, tanto en su variante Premium, como Infinia.
- Surtidores Gas Natural Comprimido: Surtidor capaz de brindar Gas Comprimido a los vehículos que tengan esta cualidad.
- Empleados (Playero), Postnet y Lector QR : Persona encargada de recibir al cliente y realizar la carga de su vehículo a través del surtidor. Además deberá llevar a cabo el cobro del servicio mediante los medios disponibles, asegurando que el combustible proporcionado sea el correcto para cada vehículo.

### **Eventos a Modelar**

- Llegada del Cliente: Evento clave en el proceso, en el cual el cliente llega y se posiciona en la cola. A partir de esto podremos observar diferentes datos asociados como: Tiempo de Permanencia en Cola, Tiempo de Servicio, Tiempo Total de Permanencia en el Sistema, etc.
- Comportamiento de la cola de clientes: Evento que nos permitirá estudiar el comportamiento de la cola, permitiéndonos observar los picos máximos y mínimos de clientes que llegan a acumularse en la misma como así también los horarios de mayor concurrencia.
- Procesamiento de Servicio: Evento en el cual el cliente es atendido por el playero, el cual le proporciona la carga del automóvil dependiendo el tipo de servicio que este elija.
- Procesamiento de Pago: Evento en el cual cliente se dirige a la caja, para realizar el pago del servicio, el cual puede ser mediante Efectivo, Tarjeta de Débito/Crédito, Mercado Pago tiene gran relevancia en el sistema ya que dependiendo de la eficacia con la que se realice podrá agilizar el proceso de atención, disminuyendo el Tiempo de Permanencia en el Sistema del Cliente.
- Salida del Cliente: Evento clave en el proceso, en el cual el cliente finaliza su estadía en el sistema y libera el servicio y la cola. A partir de esto podremos observar diferentes datos asociados al Tiempo Total de Permanencia en el Sistema, Tiempo de Pago del Servicio.

### **Simplificaciones**

A continuación se detallaran las Simplificaciones relacionados a nuestro Sistema:

1. Si bien el Sistema en su extensión cuenta con un Servicio de Cafetería (y proveeduría), como también el servicio de Service Vehicular, los mismos no serán tenidos en cuenta, ya que difieren de nuestro objeto de estudio en cuestión y consideramos que los mismos no tienen efecto sobre las colas generadas a partir de la carga de combustible en el sistema.
2. Solo se tendrá en cuenta el subsistema formado por el Servicio de Carga de Gas Natural Comprimido, y no el de Carga de Combustibles Fósiles, Keroseno ni Aceite, los cuales como subsistema independiente cuentan con su propia Cola, playeros y demás particularidades.
3. A fines prácticos no se tendrán en cuenta los atributos de los clientes, como tipo de vehículo, tipo de combustible, y tipo de tanque.

4. No se tendrán en cuenta aquellas cargas de combustible realizadas por personas individuales sin ningún vehículo asociado, ya que esos casos son aislados.
5. No será tenido en cuenta como tiempo de servicio al servicio en el cual el playero realiza la limpieza de los vidrios de los automóviles ya que no se considera como parte de nuestro objeto de estudio.
6. Por una cuestión de practicidad y dominio se selecciona una franja horaria diurna para realizar el análisis, ya que en dicha zona es donde se percibe el máximo número de concurrencia habitual.
7. A la hora de modelar no se tendrá en cuenta eventos extraordinarios como caídas del sistema, cortes de luz, recarga de surtidores, paro de trabajadores, ni ninguna otra situación anómala que rompa con el funcionamiento habitual del sistema.
8. Si bien la entidad cliente podría realizar el pago del servicio mediante Tarjeta de Débito o Crédito, queda fuera de nuestro alcance poder identificarlas, por lo que se tomará el pago de tarjeta independiente del tipo de tarjeta que se utilice.
9. A manera aclaratoria, los datos serán recolectados un día Viernes por la mañana, ya que consideramos que es el día de mayor concurrencia y de esta manera se podrá evaluar al sistema operando en un gran nivel de concurrencia. Estos datos de concurrencia fueron proporcionados mediante la información obtenida a través de Google Maps.

#### **d. Datos de entrada a recolectar que se usarán en el modelo.**

- Tiempo de Arribos.
- Tiempo de Servicio.
- Cantidad de Recursos Disponibles.
- Cantidad de Deserciones.

#### **e. Datos de salida a tener en cuenta para recolectar**

- Tiempo Promedio de Arribos.
- Tiempo Promedio Total en el Sistema para cada cliente.
- Tiempo Promedio en Cola para cada cliente.
- Cantidad Media de Personas en Cola.

#### **f. Medidas de comportamiento (variables de salida) a utilizar para analizar el comportamiento del sistema.**

Las variables de salida o de comportamiento que vamos a utilizar para analizar el sistema serán las que sean representativas del mismo en aspectos tales como:

- El Grado de Utilización del Recurso Material “Surtidor GNC”
- Tiempo Promedio de Permanencia en el Sistema de la Entidad Cliente.
- Tiempo Promedio de Permanencia en la cola del sistema de la Entidad Cliente.



### 3) Recolección de los datos y análisis

#### A. Planilla con recolección de los datos, metodología utilizada para la toma de datos del modelo.

La estación de servicio cuenta con 4 surtidores dobles (con una estación de carga de cada lado) para simplificar la muestra de datos, se hace referencia a 8 surtidores simples (con una estación de carga).

La metodología para la recolección se realizó con la ayuda de una aplicación que nos permitió obtener múltiples cronómetros llamada “MultiTimer”, esta aplicación nos permitió controlar los cronómetros tanto en conjunto, como por separado, y hacer marcas de tiempo en los mismos.

El procedimiento fue ir a la estación de servicio con la aplicación, dividirnos los surtidores y la cola de vehículos que ingresaban a cargar Gas Natural Comprimido, haciendo una marca de tiempo cada vez que ingresaba un nuevo vehículo. Una vez tomada la muestra la aplicación permite exportar los cronómetros con las marcas de tiempos, en el siguiente formato:



Ya con los datos en dicho formato los transferimos a tablas en excel para poder manipularlos de forma más eficiente.

La muestra se realizó el día viernes 12 de noviembre de 2021 entre las 11 a.m. a las 1 p.m. aproximadamente, en la cual se obtuvieron 205 muestras de vehículos que ingresaron al sistema

de las cuales aproximadamente el 50% fueron desertores, y el otro 50% se distribuyó entre los 8 surtidores con diferentes probabilidades.

Las probabilidades observadas para los distintos surtidores fueron calculadas una vez obtenidos los datos, siendo las mismas:

- Surtidor 1: 14,6 %.
- Surtidor 2: 18,8 %.
- Surtidor 3: 16,7 %.
- Surtidor 4: 18,8%.
- Surtidor 5: 14,6%.
- Surtidor 6: 2,1%.
- Surtidor 7: 7,3%.
- Surtidor 8: 7,3%.

*\*Aclaración: Los datos de porcentaje utilizados en el bloque TRANSFER del Visualsis se visualizan de forma diferente debido al propio funcionamiento del bloque TRANSFER, pero representan los mismos porcentajes originales.*

### **TABLA DE DATOS RECOLECTADOS**

En la siguiente tabla se representan los datos recolectados de nuestro sistema, los mismos son representados en segundos, y muestra la evolución del cliente dentro del sistema, desde que el mismo ingresa a la estación, pasando por la cola, el servicio, el pago y finalmente el retiro.

#### **Referencias**

- ❖ *Tiempo Muestra (Seg): Representa el tiempo en el que fue tomada la muestra desde iniciado el cronómetro.*
- ❖ *Tiempo Entre Llegada (Seg): Representa el tiempo transcurrido entre la última entrada y la actual.*
- ❖ *Salida de Cola (Seg): Representa el tiempo en el cual el vehículo se retira de la cola para ingresar al surtidor (Desde iniciado el cronómetro).*
- ❖ *Tiempo en Cola (Seg): Representa el tiempo que el vehículo se encontró detenido en la cola del sistema.*
- ❖ *Número de Surtidor: Representa el número de surtidor al cual se asocia el servicio. (Desertor: Persona que abandonó el sistema antes de obtener el servicio).*
- ❖ *Forma de Pago: Representa la Forma de Pago utilizada para realizar el servicio.*
- ❖ *Tiempo de Procesamiento Pago (Seg): Representa el tiempo que le llevó al cliente realizar el pago del servicio.*
- ❖ *Tiempo de Atención (Seg): Representa el tiempo total de servicio, incluyendo el Tiempo de Procesamiento de Servicio y el Tiempo de Procesamiento de Pago.*
- ❖ *Tiempo Total (Seg): Representa el tiempo total de permanencia del cliente en el sistema, desde que ingresa, pasa por la cola, obtiene el servicio, realiza el pago y se retira.*

Tiempo Muestra (seg)	Tiempo entre llegada	Salida de la cola	Tiempo en cola	Núm. Surtidor	Forma de pago	Tiempo procesamiento pago	Tiempo procesamiento servicio	Tiempo atención	Tiempo total
54	54	72	18	Desertor	-	-	-	-	-
82	28	91	9	4	Tarjeta	44	144	188	197
137	55	152	15	Desertor	-	-	-	-	-
187	50	193	6	Desertor	-	-	-	-	-
201	14	219	18	2	Efectivo	20	349	369	387
204	4	219	15	5	Efectivo	29	78	107	122
278	74	294	16	3	MP	37	315	352	368
324	46	338	14	Desertor	-	-	-	-	-
343	19	349	6	4	Tarjeta	55	209	264	270
422	79	434	12	8	Efectivo	26	431	457	469
457	35	465	8	Desertor	-	-	-	-	-
514	57	528	14	1	Tarjeta	50	301	351	365
549	35	560	11	5	Efectivo	28	295	323	334
584	35	598	14	2	Efectivo	35	241	276	290
647	63	660	13	4	Efectivo	33	330	363	376
650	3	661	11	3	Efectivo	21	234	255	266
716	65	729	13	6	Efectivo	39	549	588	601
725	10	739	14	Desertor	-	-	-	-	-
742	17	847	105	Desertor	-	-	-	-	-
839	97	867	28	1	Efectivo	5	20	25	53
849	10	898	49	Desertor	-	-	-	-	-
861	12	899	38	2	Efectivo	40	304	344	382
965	104	984	19	3	Efectivo	34	313	347	366
990	25	1001	11	5	Efectivo	35	186	221	232
1027	37	1040	13	7	Efectivo	20	457	477	490
1047	20	1074	27	Desertor	-	-	-	-	-
1051	5	1077	26	Desertor	-	-	-	-	-
1075	24	1093	18	Desertor	-	-	-	-	-
1083	8	1096	13	8	Efectivo	23	295	318	331

Tiempo Muestra (seg)	Tiempo entre llegada	Salida de la cola	Tiempo en cola	Núm. Surtidor	Forma de pago	Tiempo procesamiento pago	Tiempo procesamiento servicio	Tiempo atención	Tiempo total
1085	1	1096	11	4	Efectivo	26	236	262	273
1085	0	1103	18	Desertor	-	-	-	-	-
1117	32	1126	9	Desertor	-	-	-	-	-
1144	27	1167	23	Desertor	-	-	-	-	-
1156	12	1239	83	Desertor	-	-	-	-	-
1177	21	1244	67	2	Efectivo	31	313	344	411
1216	38	1259	43	5	Efectivo	24	857	881	924
1234	19	1283	49	Desertor	-	-	-	-	-
1239	4	1284	45	Desertor	-	-	-	-	-
1245	7	1315	70	Desertor	-	-	-	-	-
1250	5	1343	93	3	Efectivo	40	414	454	547
1311	61	1346	35	Desertor	-	-	-	-	-
1324	13	1357	33	4	Efectivo	25	199	224	257
1486	162	1496	10	Desertor	-	-	-	-	-
1496	10	1504	8	1	MP	43	188	231	239
1523	27	1531	8	Desertor	-	-	-	-	-
1543	20	1569	26	8	Efectivo	30	309	339	365
1546	2	1575	29	7	Efectivo	24	263	287	316
1560	15	1622	62	2	Efectivo	33	207	240	302
1561	1	1626	65	4	Efectivo	23	324	347	412
1607	46	1668	61	Desertor	-	-	-	-	-
1612	5	1745	133	2	Efectivo	36	507	543	676
1627	15	1798	171	3	Efectivo	34	210	244	415
1639	12	1850	211	2	Efectivo	34	259	293	504
1805	166	1995	190	4	Efectivo	38	355	393	583
1812	7	2056	244	3	Efectivo	20	371	391	635
1838	26	2059	221	5	Efectivo	31	266	297	518
1991	154	2083	92	6	Efectivo	8	28	36	128
2004	13	2086	82	Desertor	-	-	-	-	-

Tiempo Muestra (seg)	Tiempo entre llegada	Salida de la cola	Tiempo en cola	Núm. Surtidor	Forma de pago	Tiempo procesamiento pago	Tiempo procesamiento servicio	Tiempo atención	Tiempo total
2047	43	2151	104	2	Efectivo	32	269	301	405
2137	91	2170	33	Desertor	-	-	-	-	-
2140	3	2231	91	8	Efectivo	35	195	230	321
2158	18	2292	134	Desertor	-	-	-	-	-
2165	7	2294	129	1	Efectivo	27	429	456	585
2179	14	2362	183	5	Efectivo	24	312	336	519
2194	15	2387	193	Desertor	-	-	-	-	-
2273	79	2392	119	4	Efectivo	20	242	262	381
2282	9	2449	167	3	Efectivo	25	293	318	485
2300	18	2457	157	2	Tarjeta	50	268	318	475
2328	28	2508	180	Desertor	-	-	-	-	-
2372	44	2586	214	Desertor	-	-	-	-	-
2482	110	2646	164	7	Efectivo	39	346	385	549
2571	89	2669	98	4	Efectivo	29	229	258	356
2594	23	2733	139	7	Efectivo	33	231	264	403
2615	21	2760	145	Desertor	-	-	-	-	-
2704	90	2763	59	Desertor	-	-	-	-	-
2736	31	2764	28	Desertor	-	-	-	-	-
2772	36	2781	9	2	Efectivo	24	377	401	410
2826	54	2845	19	Desertor	-	-	-	-	-
2835	9	2852	17	Desertor	-	-	-	-	-
2944	108	2953	9	4	Efectivo	24	293	317	326
2967	24	2978	11	1	Efectivo	23	299	322	333
3046	78	3066	20	Desertor	-	-	-	-	-
3097	52	3110	13	Desertor	-	-	-	-	-
3121	24	3131	10	3	MP	55	323	378	388
3151	31	3170	19	Desertor	-	-	-	-	-
3157	6	3172	15	Desertor	-	-	-	-	-
3194	37	3198	4	Desertor	-	-	-	-	-

Tiempo Muestra (seg)	Tiempo entre llegada	Salida de la cola	Tiempo en cola	Núm. Surtidor	Forma de pago	Tiempo procesamiento pago	Tiempo procesamiento servicio	Tiempo atención	Tiempo total
3217	22	3221	4	Desertor	-	-	-	-	-
3226	9	3230	4	Desertor	-	-	-	-	-
3232	6	3258	26	Desertor	-	-	-	-	-
3259	28	3273	14	Desertor	--	-	-	-	-
3284	24	3296	12	2	Efectivo	29	480	509	521
3300	16	3315	15	5	Efectivo	20	288	308	323
3335	35	3353	18	Desertor	-	-	-	-	-
3377	42	3392	15	1	Efectivo	29	267	296	311
3385	8	3404	19	4	Efectivo	38	369	407	426
3400	15	3410	10	8	Efectivo	22	1317	1339	1349
3453	53	3473	20	Desertor	-	-	-	-	-
3505	52	3517	12	Desertor	-	-	-	-	-
3506	2	3526	20	3	Efectivo	25	369	394	414
3608	102	3635	27	5	Tarjeta	52	238	290	317
3676	68	3699	23	Desertor	-	-	-	-	-
3685	8	3707	22	1	Efectivo	31	401	432	454
3700	15	3711	11	Desertor	-	-	-	-	-
3729	29	3750	21	Desertor	-	-	-	-	-
3735	7	3751	16	desertor	-	-	-	-	-
3768	33	3804	36	2	Tarjeta	54	331	385	421
3803	35	3818	15	Desertor	-	-	-	-	-
3851	48	3871	20	Desertor	-	-	-	-	-
3890	39	3900	10	Desertor	-	-	-	-	-
3896	7	3914	18	Desertor	-	-	-	-	-
3897	0	3919	22	Desertor	-	-	-	-	-
3916	19	3935	19	4	Tarjeta	43	327	370	389
3964	48	3983	19	3	Efectivo	37	201	238	257
3971	7	3992	21	Desertor	-	-	-	-	-
3994	23	4016	22	Desertor	-	-	-	-	-

Tiempo Muestra (seg)	Tiempo entre llegada	Salida de la cola	Tiempo en cola	Núm. Surtidor	Forma de pago	Tiempo procesamiento pago	Tiempo procesamiento servicio	Tiempo atención	Tiempo total
4045	51	4065	20	Desertor	-	-	-	-	-
4047	2	4066	19	Desertor	-	-	-	-	-
4084	38	4094	10	5	Efectivo	22	293	315	325
4117	33	4200	83	Desertor	-	-	-	-	-
4134	16	4206	72	Desertor	-	-	-	-	-
4184	50	4207	23	Desertor	-	-	-	-	-
4280	96	4296	16	Desertor	-	-	-	-	-
4285	5	4302	17	3	Efectivo	21	359	380	397
4327	43	4342	15	2	Efectivo	25	379	404	419
4339	12	4357	18	Desertor	-	-	-	-	-
4359	20	4368	9	4	MP	42	173	215	224
4364	5	4380	16	Desertor	-	-	-	-	-
4388	24	4406	18	1	Efectivo	38	304	342	360
4507	118	4523	16	Desertor	-	-	-	-	-
4582	75	4589	7	Desertor	-	-	-	-	-
4590	8	4609	19	Desertor	-	-	-	-	-
4596	6	4612	16	Desertor	-	-	-	-	-
4630	33	4647	17	Desertor	-	-	-	-	-
4651	22	4674	23	Desertor	-	-	-	-	-
4792	140	4806	14	Desertor	-	-	-	-	-
4794	3	4815	21	2	Efectivo	20	239	259	280
4816	22	4833	17	4	Efectivo	29	200	229	246
4821	6	4841	20	Desertor	-	-	-	-	-
4842	21	4861	19	Desertor	-	-	-	-	-
4848	6	4868	20	1	MP	35	399	434	454
4901	53	4915	14	5	Efectivo	28	204	232	246
5017	115	5024	7	3	Efectivo	27	147	174	181
5030	14	5057	27	Desertor	-	-	-	-	-
5037	7	5066	29	4	Efectivo	28	127	155	184

Tiempo Muestra (seg)	Tiempo entre llegada	Salida de la cola	Tiempo en cola	Núm. Surtidor	Forma de pago	Tiempo procesamiento pago	Tiempo procesamiento servicio	Tiempo atención	Tiempo total
5201	164	5216	15	2	Efectivo	29	285	314	329
5247	46	5255	8	Desertor	-	-	-	-	-
5248	1	5261	13	Desertor	-	-	-	-	-
5284	36	5301	17	Desertor	-	-	-	-	-
5294	10	5304	10	1	Tarjeta	48	250	298	308
5344	50	5357	13	3	Efectivo	29	331	360	373
5436	92	5460	24	Desertor	-	-	-	-	-
5441	5	5461	20	5	Tarjeta	51	255	306	326
5457	15	5471	14	Desertor	-	-	-	-	-
5522	65	5533	11	4	Efectivo	39	472	511	522
5544	22	5553	9	Desertor	-	-	-	-	-
5602	58	5615	13	1	Efectivo	39	282	321	334
5603	1	5616	13	2	Efectivo	40	361	401	414
5607	4	5640	33	Desertor	-	-	-	-	-
5667	60	5682	15	7	Efectivo	22	463	485	500
5691	24	5706	15	8	Efectivo	36	567	603	618
5731	40	5745	14	Desertor	-	-	-	-	-
5748	17	5755	7	3	Efectivo	35	208	243	250
5751	3	5771	20	5	Efectivo	37	299	336	356
5800	49	5825	25	Desertor	-	-	-	-	-
5818	18	5868	50	Desertor	-	-	-	-	-
5827	9	5895	68	Desertor	-	-	-	-	-
5849	22	5937	88	Desertor	-	-	-	-	-
5883	35	5938	55	1	Efectivo	24	73	97	152
5910	26	5948	38	Desertor	-	-	-	-	-
5913	3	6007	94	8	Efectivo	39	494	533	627
5974	61	6017	43	3	MP	39	353	392	435
5974	1	6046	72	1	Efectivo	31	248	279	351
5976	2	6055	79	4	Tarjeta	41	325	366	445



Tiempo Muestra (seg)	Tiempo entre llegada	Salida de la cola	Tiempo en cola	Núm. Surtidor	Forma de pago	Tiempo procesamiento pago	Tiempo procesamiento servicio	Tiempo atención	Tiempo total
5979	3	6059	80	Desertor	-	-	-	-	-
5981	3	6064	83	Desertor	-	-	-	-	-
5986	5	6071	85	Desertor	-	-	-	-	-
6073	87	6110	37	5	MP	52	284	336	373
6086	13	6134	48	Desertor	-	-	-	-	-
6120	34	6144	24	Desertor	-	-	-	-	-
6124	4	6167	43	7	Efectivo	29	503	532	575
6151	28	6199	48	Desertor	-	-	-	-	-
6191	39	6237	46	Desertor	-	-	-	-	-
6197	7	6244	47	Desertor	-	-	-	-	-
6214	16	6310	96	Desertor	-	-	-	-	-
6230	16	6317	87	Desertor	-	-	-	-	-
6236	6	6318	82	1	Tarjeta	54	658	712	794
6253	17	6336	83	2	Efectivo	24	211	235	318
6296	44	6404	108	Desertor	-	-	-	-	-
6297	1	6410	113	3	Efectivo	28	233	261	374
6328	31	6412	84	Desertor	-	-	-	-	-
6359	31	6442	83	5	Efectivo	34	331	365	448
6392	33	6469	77	4	Efectivo	35	209	244	321
6394	2	6487	93	Desertor	-	-	-	-	-
6475	81	6503	28	Desertor	-	-	-	-	-
6497	22	6541	44	Desertor	-	-	-	-	-
6525	28	6556	31	Desertor	-	-	-	-	-
6530	5	6558	28	Desertor	-	-	-	-	-
6538	8	6572	34	Desertor	-	-	-	-	-
6539	1	6574	35	2	Efectivo	22	22	44	79
6545	7	6622	77	Desertor	-	-	-	-	-
6563	18	6634	71	Desertor	-	-	-	-	-
6577	14	6647	70	Desertor	-	-	-	-	-

Tiempo Muestra (seg)	Tiempo entre llegada	Salida de la cola	Tiempo en cola	Núm. Surtidor	Forma de pago	Tiempo procesamiento pago	Tiempo procesamiento servicio	Tiempo atención	Tiempo total
6613	36	6653	40	Desertor	-	-	-	-	-
6635	21	6699	64	7	Efectivo	34	183	217	281

*\*Aclaración: De los datos capturados separamos el tiempo entre llegada, el tiempo en cola, el tiempo de procesamiento de servicio, los tiempos de pago con Efectivo, y los tiempos de pago con Tarjeta/Mercado Pago.*

### **TIEMPO ENTRE LLEGADAS**

En la siguiente tabla se representa cada una de las llegadas y el tiempo que transcurrió entre cada una de ellas.

#### **Referencias**

- ❖ *Núm: Representa el número de llegada desde iniciado el cronómetro.*
- ❖ *Seg (Seg): Representa el tiempo que transcurrió entre la última llegada y la actual.*

Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg
1	54	27	5	53	12	79	9	105	29	131	75	157	58	183	39
2	28	28	24	54	166	80	108	106	7	132	8	158	1	184	7
3	55	29	8	55	7	81	24	107	33	133	6	159	4	185	16
4	50	30	1	56	26	82	78	108	35	134	33	160	60	186	16
5	14	31	0	57	154	83	52	109	48	135	22	161	24	187	6
6	4	32	32	58	13	84	24	110	39	136	140	162	40	188	17
7	74	33	27	59	43	85	31	111	7	137	3	163	17	189	44
8	46	34	12	60	91	86	6	112	0	138	22	164	3	190	1
9	19	35	21	61	3	87	37	113	19	139	6	165	49	191	31
10	79	36	38	62	18	88	22	114	48	140	21	166	18	192	31
11	35	37	19	63	7	89	9	115	7	141	6	167	9	193	33
12	57	38	4	64	14	90	6	116	23	142	53	168	22	194	2
13	35	39	7	65	15	91	28	117	51	143	115	169	35	195	81
14	35	40	5	66	79	92	24	118	2	144	14	170	26	196	22
15	63	41	61	67	9	93	16	119	38	145	7	171	3	197	28
16	3	42	13	68	18	94	35	120	33	146	164	172	61	198	5
17	65	43	162	69	28	95	42	121	16	147	46	173	1	199	8
18	10	44	10	70	44	96	8	122	50	148	1	174	2	200	1
19	17	45	27	71	110	97	15	123	96	149	36	175	3	201	7
20	97	46	20	72	89	98	53	124	5	150	10	176	3	202	18
21	10	47	2	73	23	99	52	125	43	151	50	177	5	203	14
22	12	48	15	74	21	100	2	126	12	152	92	178	87	204	36

Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg
23	104	49	1	75	90	101	102	127	20	153	5	179	13	205	21
24	25	50	46	76	31	102	68	128	5	154	15	180	34		
25	37	51	5	77	36	103	8	129	24	155	65	181	4		
26	20	52	15	78	54	104	15	130	118	156	22	182	28		

## TIEMPO EN COLA

En la siguiente tabla se representa cada uno de los tiempos en cola de las entidades, es decir, el tiempo que debió permanecer en la cola esperando ser atendido.

### Referencias

- ❖ *Núm:* Representa el número de llegada desde iniciado el cronómetro.
- ❖ *Seg en cola (Seg):* Representa el tiempo en segundos que la entidad debió permanecer en la cola de espera.

Num	Seg en cola	Num	Seg en cola	Num	Seg en cola	Num	Seg en cola	Num	Seg en cola	Num	Seg en cola
1	18	36	43	71	164	106	16	141	20	176	83
2	9	37	49	72	98	107	36	142	14	177	85
3	15	38	45	73	139	108	15	143	7	178	37
4	6	39	70	74	145	109	20	144	27	179	48
5	18	40	93	75	59	110	10	145	29	180	24
6	15	41	35	76	28	111	18	146	15	181	43
7	16	42	33	77	9	112	22	147	8	182	48
8	14	43	10	78	19	113	19	148	13	183	46
9	6	44	8	79	17	114	19	149	17	184	47
10	12	45	8	80	9	115	21	150	10	185	96
11	8	46	26	81	11	116	22	151	13	186	87
12	14	47	29	82	20	117	20	152	24	187	82
13	11	48	62	83	13	118	19	153	20	188	83
14	14	49	65	84	10	119	10	154	14	189	108
15	13	50	61	85	19	120	83	155	11	190	113
16	11	51	133	86	15	121	72	156	9	191	84
17	13	52	171	87	4	122	23	157	13	192	83
18	14	53	211	88	4	123	16	158	13	193	77
19	105	54	190	89	4	124	17	159	33	194	93
20	28	55	244	90	26	125	15	160	15	195	28
21	49	56	221	91	14	126	18	161	15	196	44
22	38	57	92	92	12	127	9	162	14	197	31
23	19	58	82	93	15	128	16	163	7	198	28
24	11	59	104	94	18	129	18	164	20	199	34

Num	Seg en cola	Num	Seg en cola	Num	Seg en cola	Num	Seg en cola	Num	Seg en cola	Num	Seg en cola
25	13	60	33	95	15	130	16	165	25	200	35
26	27	61	91	96	19	131	7	166	50	201	77
27	26	62	134	97	10	132	19	167	68	202	71
28	18	63	129	98	20	133	16	168	88	203	70
29	13	64	183	99	12	134	17	169	55	204	40
30	11	65	193	100	20	135	23	170	38	205	64
31	18	66	119	101	27	136	14	171	94		
32	9	67	167	102	23	137	21	172	43		
33	23	68	157	103	22	138	17	173	72		
34	83	69	180	104	11	139	20	174	79		
35	67	70	214	105	21	140	19	175	80		

### **TIEMPO DE PROCESAMIENTO DE SERVICIO**

En la siguiente tabla se representan los tiempos de procesamiento de servicio de cada una de las entidades. Es decir, se considera desde que el cliente ingresa al surtidor hasta que se completa el servicio de carga de GNC. (No contempla el pago)

#### **Referencias**

- ❖ *Núm:* Representa el número de llegada desde iniciado el cronómetro.
- ❖ *Seg (Seg):* Representa el tiempo en segundos que la entidad cliente demora para obtener el servicio.

Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg
1	144	11	234	21	857	31	259	41	293	51	288	61	293	71	127	81	208	91	211
2	349	12	549	22	414	32	355	42	268	52	267	62	359	72	285	82	299	92	233
3	78	13	20	23	199	33	371	43	346	53	369	63	379	73	250	83	73	93	331
4	315	14	304	24	188	34	266	44	229	54	1317	64	173	74	331	84	494	94	209
5	209	15	313	25	309	35	28	45	231	55	369	65	304	75	255	85	353	95	22
6	431	16	186	26	263	36	269	46	377	56	238	66	239	76	472	86	248	96	183
7	301	17	457	27	207	37	195	47	293	57	401	67	200	77	282	87	325		
8	295	18	295	28	324	38	429	48	299	58	331	68	399	78	361	88	284		
9	241	19	236	29	507	39	312	49	323	59	327	69	204	79	463	89	503		
10	330	20	313	30	210	40	242	50	480	60	201	70	147	80	567	90	658		

### TIEMPO SURTIDOR (PAGO EFECTIVO)

En la siguiente tabla se representa cada una de los tiempos que ha transcurrido desde que una entidad cliente es atendido, hasta que realiza el pago de servicio, mediante la forma de pago efectivo.

#### Referencias

- ❖ *Núm: Representa el número de llegada desde iniciado el cronómetro.*
- ❖ *Seg (Seg): Representa el tiempo en segundos que la entidad cliente demora para obtener el servicio y realizar el pago correspondiente.*

Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg
1	369	11	347	21	287	31	301	41	317	51	315	61	360	71	279
2	107	12	221	22	240	32	230	42	322	52	380	62	511	72	532
3	457	13	477	23	347	33	456	43	509	53	404	63	321	73	235
4	323	14	318	24	543	34	336	44	308	54	342	64	401	74	261
5	276	15	262	25	244	35	262	45	296	55	259	65	485	75	365
6	363	16	344	26	293	36	318	46	407	56	229	66	603	76	244
7	255	17	881	27	393	37	385	47	1339	57	232	67	243	77	44
8	588	18	454	28	391	38	258	48	394	58	174	68	336	78	217
9	25	19	224	29	297	39	264	49	432	59	155	69	97		
10	344	20	339	30	36	40	401	50	238	60	314	70	533		

### TIEMPO SURTIDOR (PAGO MERCADO PAGO/TARJETA)

En la siguiente tabla se representa cada una de los tiempos que ha transcurrido desde que una entidad cliente es atendida, hasta que realiza el pago de servicio, mediante la forma de pago MP/Tarjeta.

#### Referencias

- ❖ *Núm: Representa el número de llegada desde iniciado el cronómetro.*
- ❖ *Seg (Seg): Representa el tiempo en segundos que la entidad cliente demora para obtener el servicio y realizar el pago correspondiente.*

Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg	Num	Seg
1	188	4	351	7	378	10	370	13	298	16	366
2	352	5	231	8	290	11	215	14	306	17	336
3	264	6	318	9	385	12	434	15	392	18	712

## B. Cálculo de los parámetros estadísticos de los datos recolectados (media, moda, varianza, etc.)

A continuación se muestran las Estadísticas Descriptivas a utilizar en el modelo, siendo las mismas: Tiempo en cola, Tiempo entre llegadas, Tiempo en surtidores (Pago Efectivo) y Tiempo en surtidores (Pago Tarjeta/Mercado Pago).

<i>Tiempo servicio</i>	<i>Estadísticas</i>	<i>Tiempo en Cola</i>	<i>Estadísticas</i>	<i>Tiempo entre Llegadas</i>	<i>Estadísticas</i>
Mean	310.15	Mean	45.10	Mean	32.40
Standard Error	16.77	Standard Error	3.38	Standard Error	2.31
Median	294	Median	22	Median	22
Mode	331	Mode	15	Mode	7
Standard Deviation	164.32	Standard Deviation	48.51	Standard Deviation	33.10
Sample Variance	27004.17	Sample Variance	2354.12	Sample Variance	1095.64
Kurtosis	15.02	Kurtosis	3.47	Kurtosis	3.83
Skewness	2.81	Skewness	1.92	Skewness	1.85
Range	1297	Range	240	Range	166
Minimum	20	Minimum	4	Minimum	0
Maximum	1317	Maximum	244	Maximum	166
Sum	29775	Sum	9247	Sum	6642
Count	96	Count	205	Count	205
Largest(1)	1317	Largest(1)	244	Largest(1)	166
Smallest(1)	20	Smallest(1)	4	Smallest(1)	0
Confidence Level(95%)	33.29	Confidence Level(95%)	6.68	Confidence Level(95%)	4.55
Alfa (N. Significancia)	0.05	Alfa (N. Significancia)	0.05	Alfa (N. Significancia)	0.05
N° Intervalos	8	N° Intervalos	9	N° Intervalos	9
Ancho Intervalos	162.125	Ancho Intervalos	26.66	Ancho Intervalos	18.44
Fe(teórica)	12	Fe(teórica)	22.77	Fe(teórica)	22.77

<b>Tiempo de Pago Efectivo</b>	<b>Estadísticas</b>	<b>Tiempo de Pago tarjeta/MP</b>	<b>Estadísticas</b>
Mean	28.91	Mean	46.94
Standard Error	0.80	Standard Error	1.53
Median	29	Median	49
Mode	29	Mode	55
Standard Deviation	7.12	Standard Deviation	6.51
Sample Variance	50.83	Sample Variance	42.40
Kurtosis	0.81	Kurtosis	-1.20
Skewness	-0.58	Skewness	-0.36
Range	35	Range	20
Minimum	5	Minimum	35
Maximum	40	Maximum	55
Sum	2255	Sum	845
Count	78	Count	18
Largest(1)	40	Largest(1)	55
Smallest(1)	5	Smallest(1)	35
Confidence Level(95%)	1.60	Confidence Level(95%)	3.23
Alfa (N. Significancia)	0.05	Alfa (N. Significancia)	0.05
N° Intervalos	7	N° Intervalos	5
Ancho Intervalos	5	Ancho Intervalos	4
Fe(teórica)	11.14	Fe(teórica)	3.60

### **C. Histograma de los datos de entrada recolectados (criterio de igual ancho e igual probabilidad)**

Una vez con las Estadísticas Descriptivas de cada uno de los tiempos considerados obtenemos los histogramas de dichos datos.

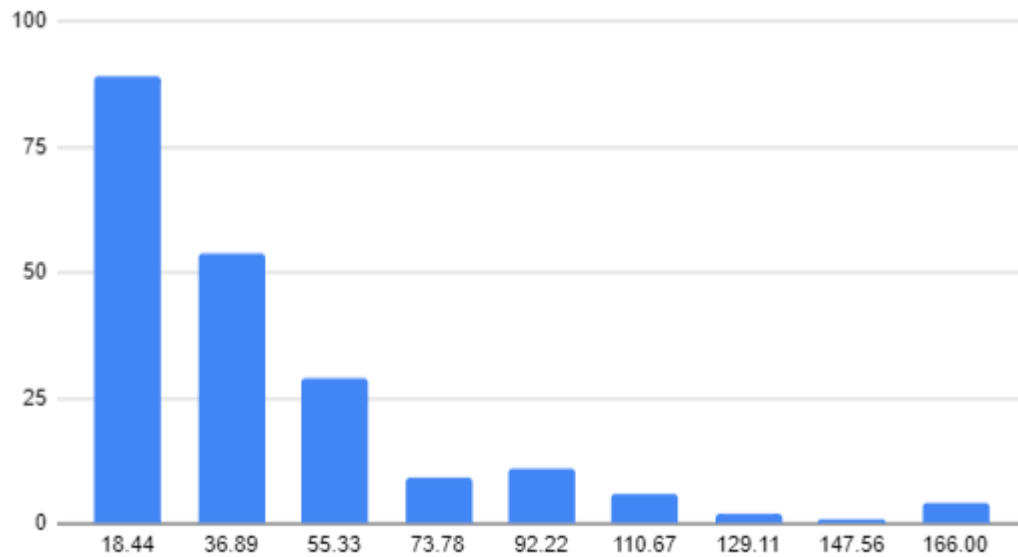
#### **HISTOGRAMA TIEMPOS DE LLEGADA**

Se muestran los Histograma de los Tiempos de Llegada utilizando el criterio de igual ancho e igual probabilidad.

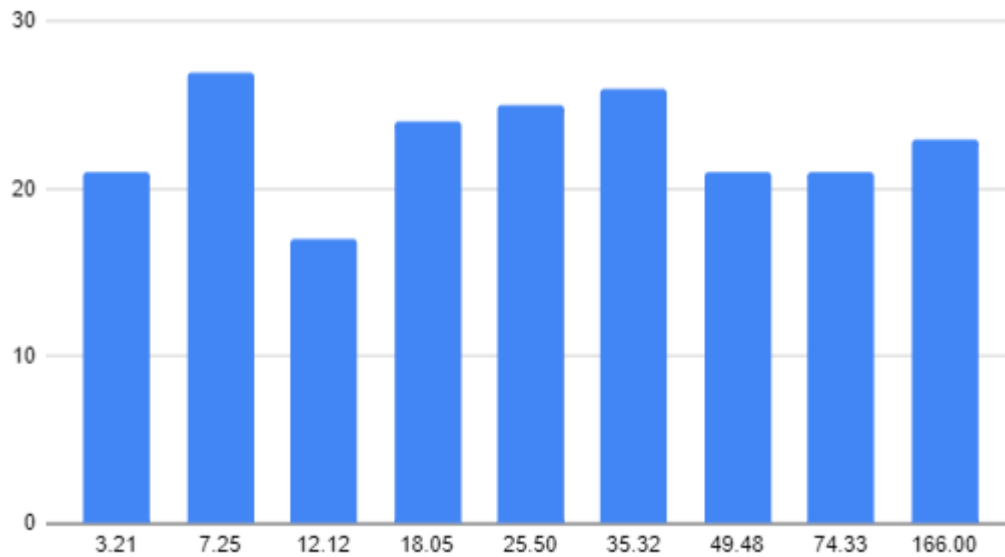
## Referencias

- ❖ Eje X = Tiempos (seg).
- ❖ Eje Y = Cantidad.

Histograma de los tiempo de llegada (criterio igual ancho)



Histograma de tiempo de llegada (criterio igual probabilidad)





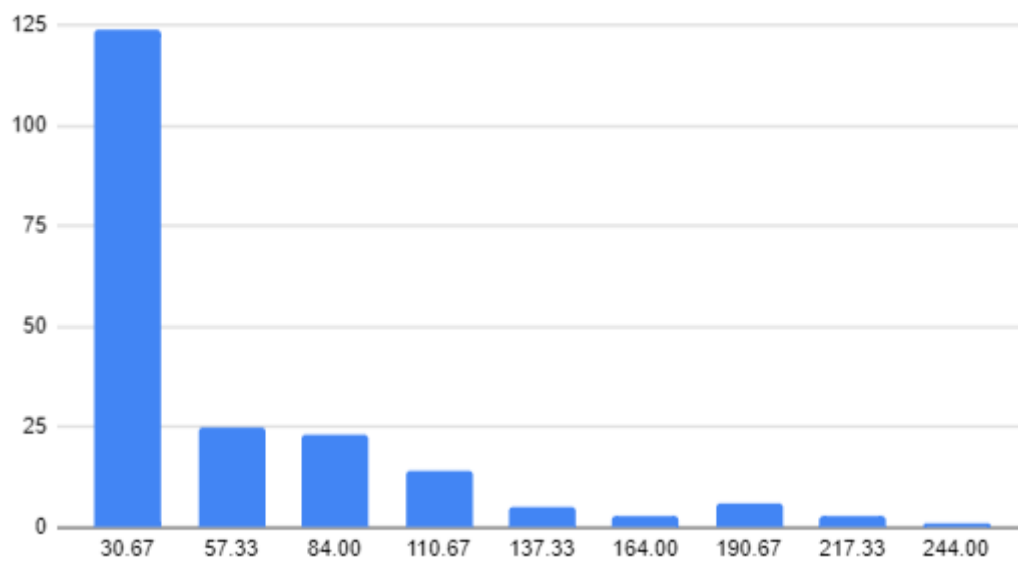
## HISTOGRAMA TIEMPOS EN COLA

Se muestran los Histograma de los Tiempos en Cola utilizando el criterio de igual ancho e igual probabilidad.

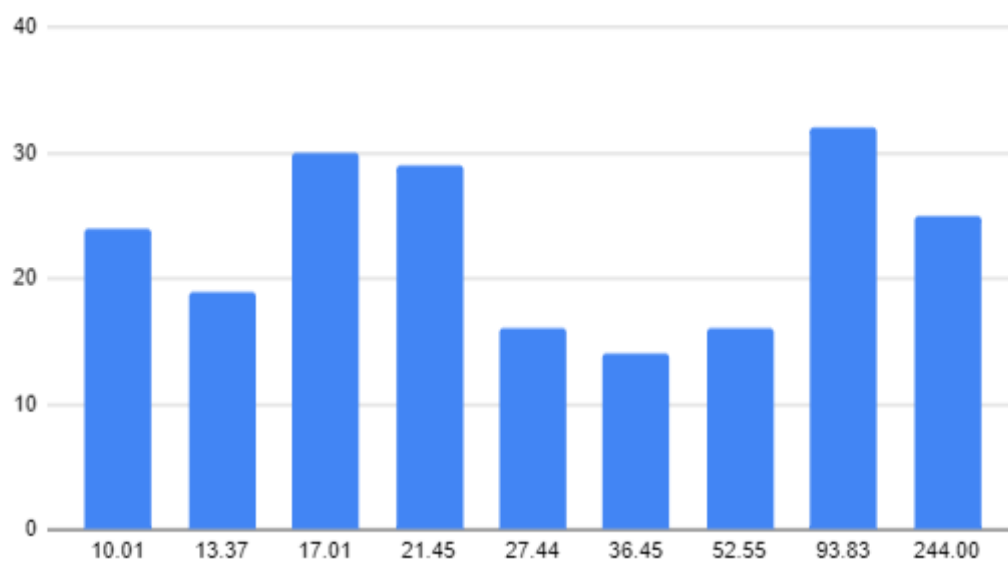
### Referencias

- ❖ Eje X = Tiempos (seg).
- ❖ Eje Y = Cantidad.

Histograma tiempo en cola (criterio igual ancho)



Histograma tiempo en cola (criterio de igual probabilidad)



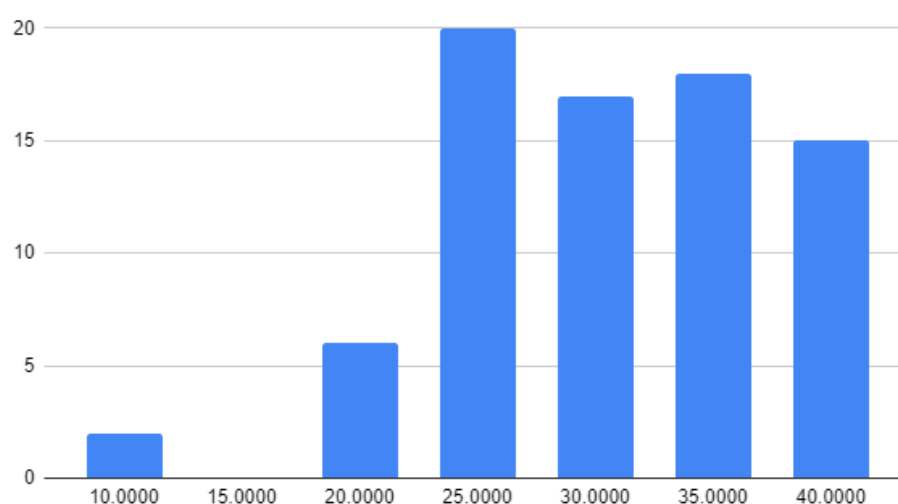
### **HISTOGRAMA TIEMPOS EN SURTIDORES (Efectivo)**

Se muestran los Histograma de los Tiempos en Surtidores utilizando el criterio de igual ancho e igual probabilidad, para el pago en efectivo.

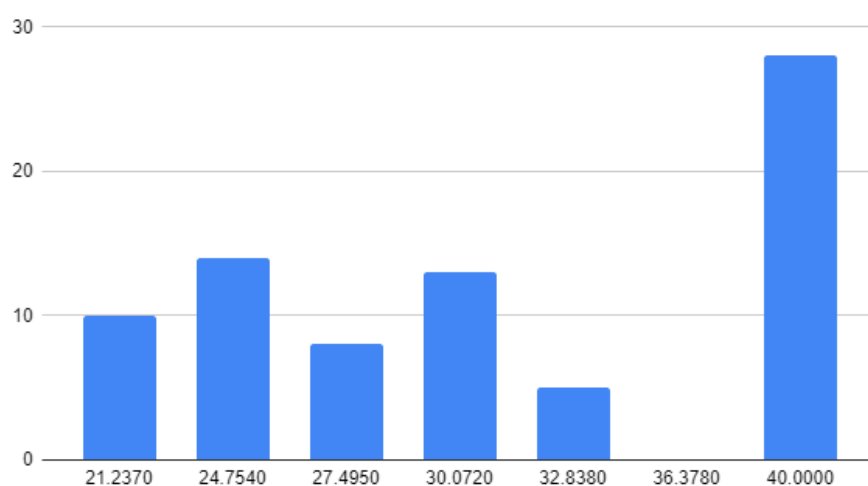
#### **Referencias**

- ❖ *Eje X = Tiempos (seg).*
- ❖ *Eje Y = Cantidad.*

Histograma surtidores efectivo (criterio igual ancho)



Histograma surtidores efectivo (criterio de igual probabilidad)



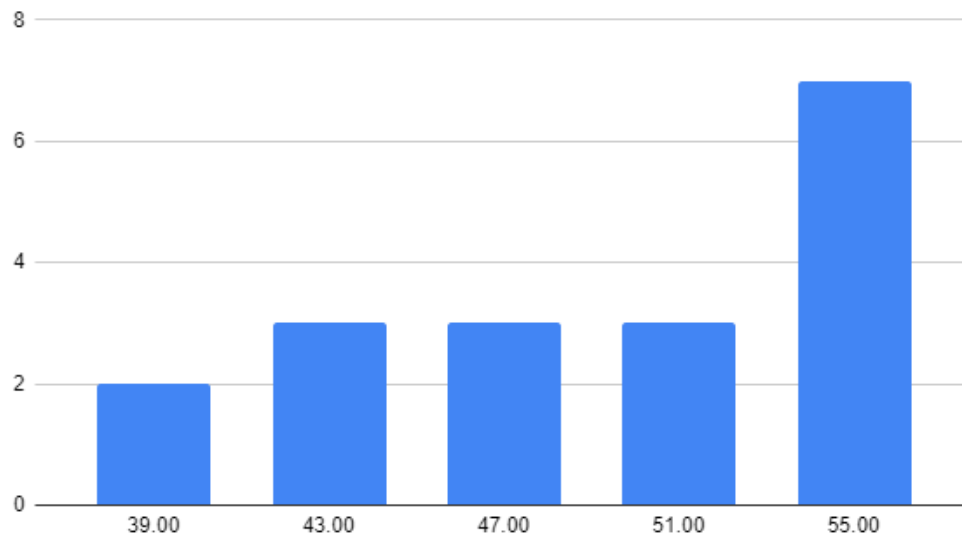
### **HISTOGRAMA TIEMPOS EN SURTIDORES (MP/Tarjeta)**

Se muestran los Histograma de los Tiempos en Surtidores utilizando el criterio de igual ancho e igual probabilidad, para el pago con Mercado Pago o Tarjeta.

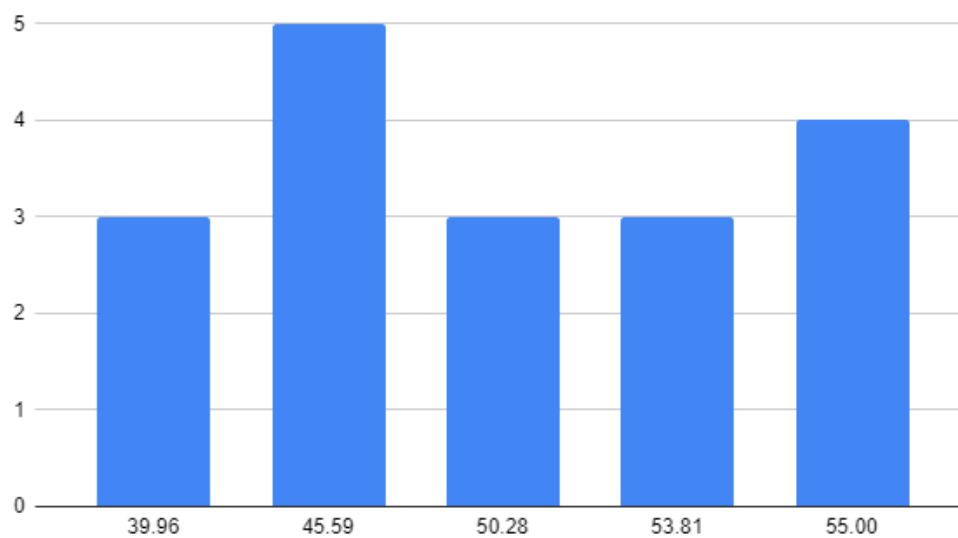
## **Referencias**

- ❖ *Eje X = Tiempos (seg).*
- ❖ *Eje Y = Cantidad.*

Histograma surtidores tarjeta/MP (criterio igual ancho)



Histograma surtidores tarjeta/MP (criterio de igual probabilidad)



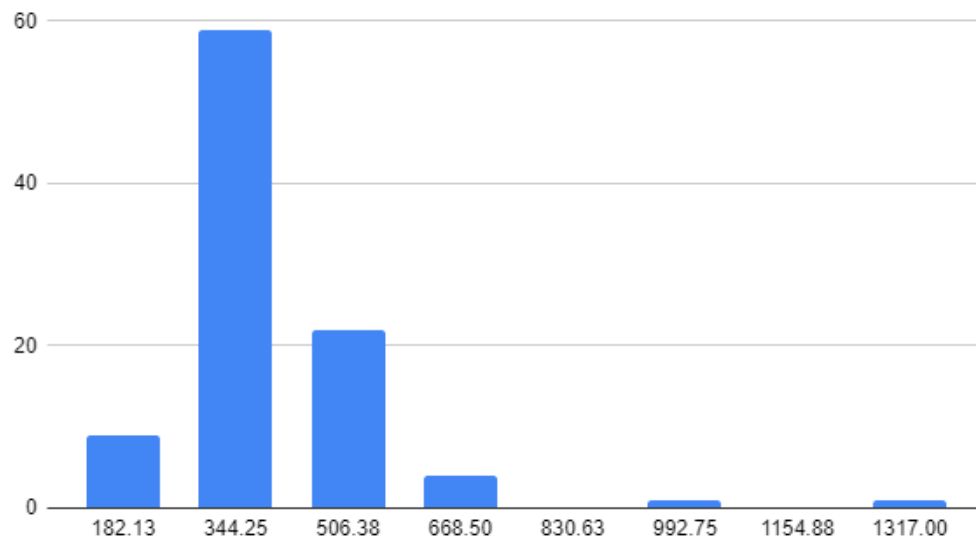
## **HISTOGRAMA TIEMPOS DE PROCESAMIENTO DE SERVICIO**

Se muestran los Histograma de los Tiempos de Procesamiento de Servicio utilizando el criterio de igual ancho e igual probabilidad.

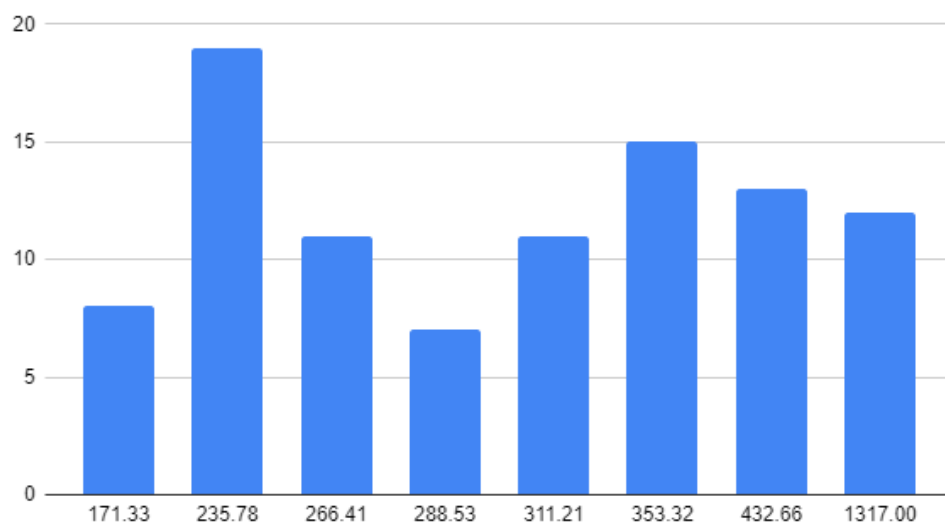
## **Referencias**

- ❖ *Eje X = Tiempos (seg).*
- ❖ *Eje Y = Cantidad.*

Histograma tiempo servicio (criterio igual ancho)



Histograma tiempo servicio (criterio igual probabilidad)



#### D. Gráfico comparativo con la distribución de los datos de entrada y la distribución teórica seleccionada para cada dato.

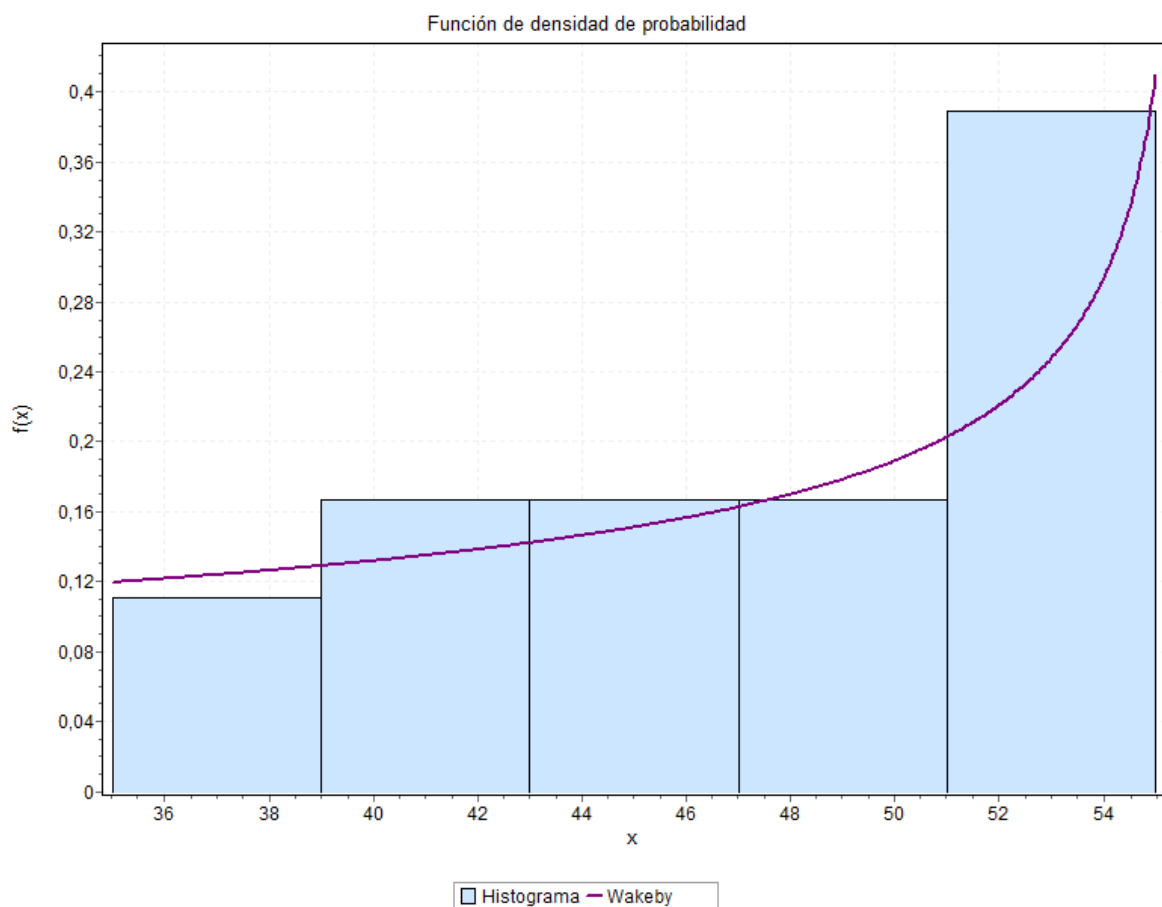
Con la ayuda del EasyFit encontramos las distribuciones que mejor aproxima a los datos capturados, estos son:

##### TIEMPO DE PAGO CON TARJETA (Dist. Wakeby)

Para el tiempo de **Pago con Tarjeta** obtuvimos que la distribución que mejor se aproxima es la distribución **Wakeby** de cinco parámetros con  $\alpha=34.311$ ;  $\beta=1.5485$ ,  $\gamma=0$ ;  $\delta=0$ ;  $\zeta=33.481$ ;

Wakeby ✕

$\alpha$  34,311  
 $\beta$  1,5485  
 $\gamma$  0  
 $\delta$  0  
 $\xi$  33,481

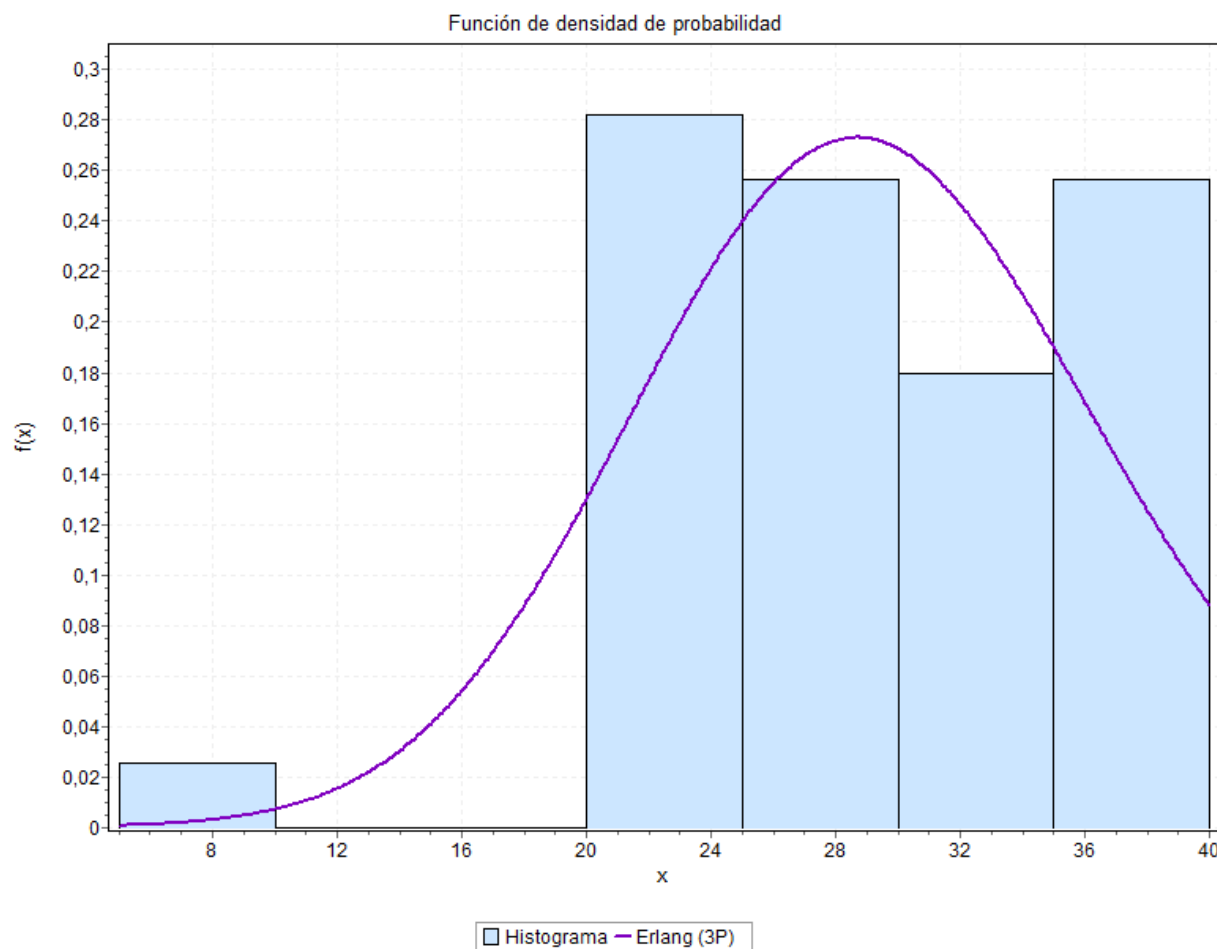


### TIEMPO DE PAGO EFECTIVO (Dist. Erlang 3P)

Para el tiempo de **Pago con efectivo** la distribución que mejor se aproxima es **Erlang (3 Parámetros)** con  $m=284$   $\beta=0.43402$  y  $\gamma=-94.152$ .

Erlang ✕

$m$  284  
 $\beta$  0,43402  
 $\gamma$  -94,152 🔒



### TIEMPO EN COLA (Dist. Fréchet)

Para el tiempo **en cola** la distribución que mejor se aproxima es **Fréchet** con  $\alpha=1.3074$ ;  $b=18.274$ ;  $y=0$ ;

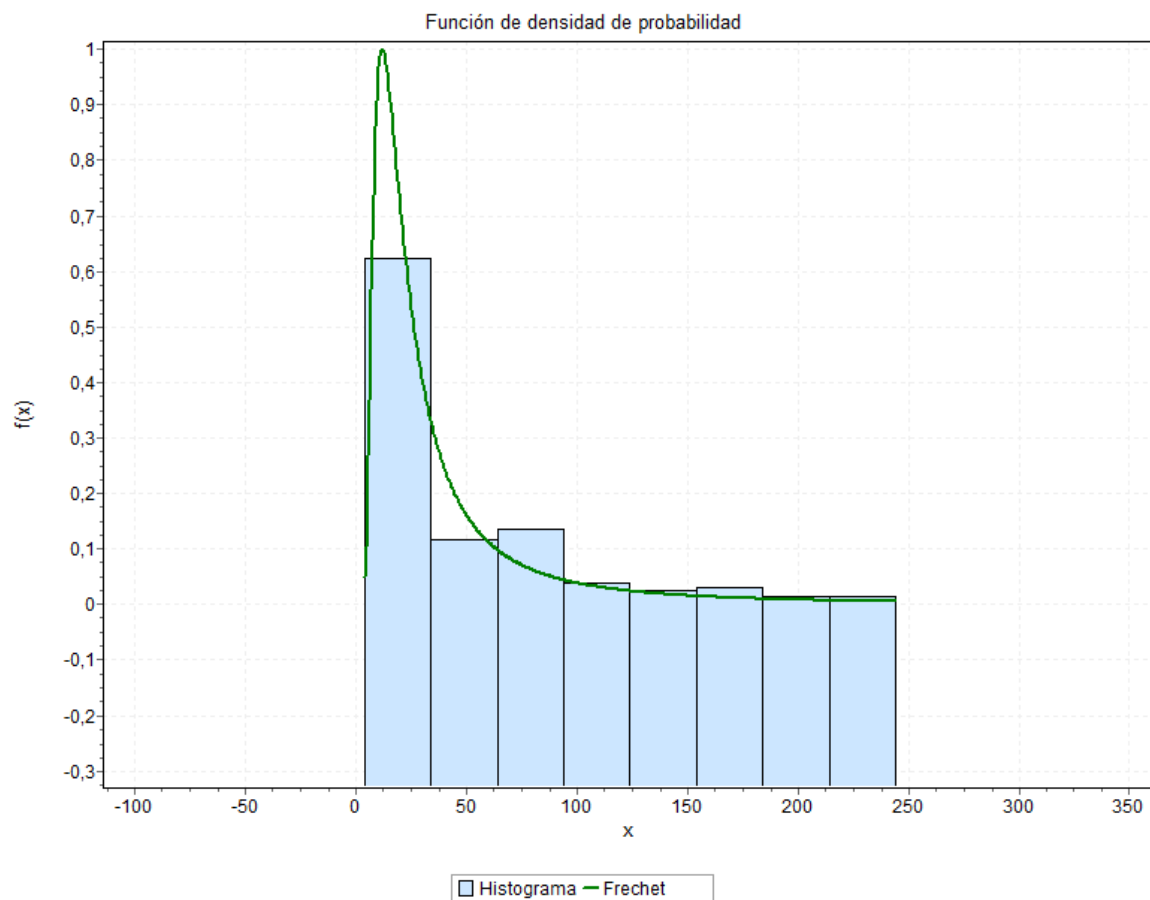
Fréchet
×

$\alpha$

$\beta$

$\gamma$ 

🔒



### TIEMPO DE SERVICIO (Dist. Wakeby)

Para el tiempo de **Servicio** (carga de gas) la distribución que mejor se aproxima es **Wakeby** con  $\alpha=1745.7$ ;  $b=7.9663$ ;  $y=66.582$ ;  $\delta=0.31148$ ;  $\zeta=18.754$ ;

Wakeby
x

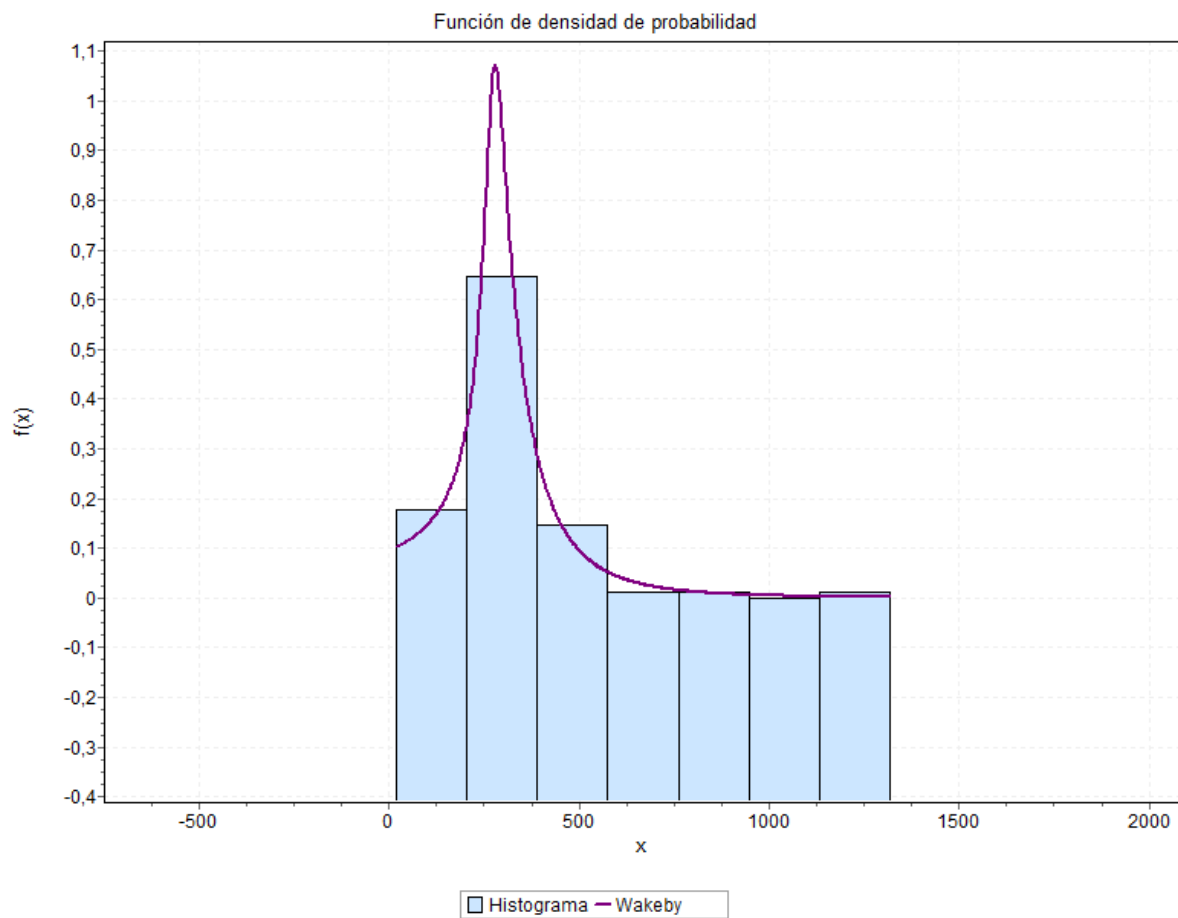
$\alpha$

$\beta$

$\gamma$

$\delta$

$\xi$



### TIEMPO DE LLEGADA (Dist. Gamma)

Para el tiempo de **Llegada** la distribución que mejor se aproxima es **Gamma** con  $\alpha=1.059$ ;  $b=30.897$ ;  $y=0$ ;

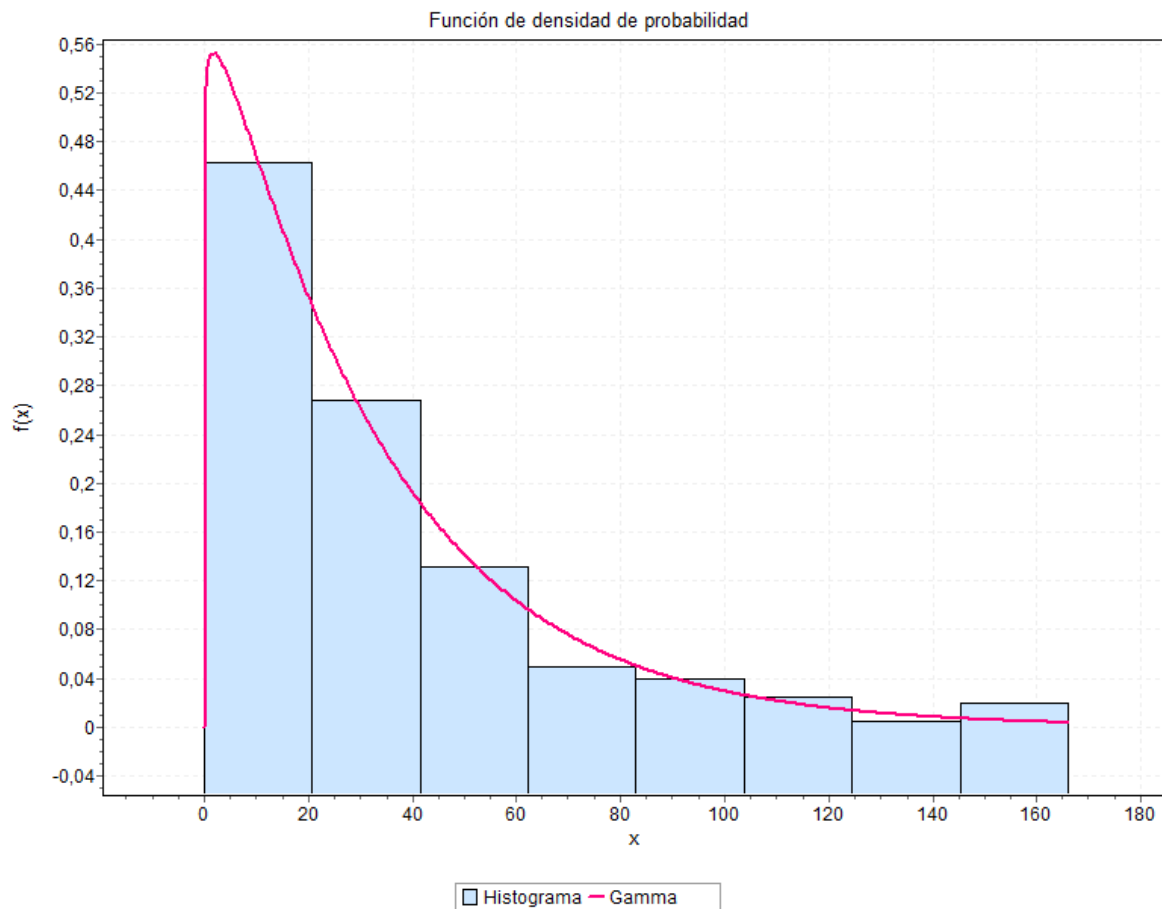
Gamma ×

$\alpha$

$\beta$

$\gamma$





- E. Test estadístico para determinar el grado de ajuste de los diferentes datos de entrada recolectados con la distribución teórica seleccionada: aplicar los dos test con ambos criterios para el armado de los intervalos.**
- Test chi-cuadrado usando aproximación por intervalos de igual ancho y aproximación por intervalos de igual probabilidad.**
  - Test Kolmogorov-Smirnov usando aproximación por intervalos de igual ancho y aproximación por intervalos de igual probabilidad.**

### **TEST CHI-CUADRADO-CRITERIO IGUAL ANCHO (SURTIDORES PAGO EFECTIVO)**

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual ancho para verificar que los datos de los pagos en efectivo realizados en los surtidores se comportan siguiendo una Distribución de Erlang 3P, obteniendo que los datos no siguen dicha distribución.

### **Referencias**

- ❖ *Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $N$  = cantidad de datos)*
- ❖ *Xmin: Extremo izquierdo del intervalo*
- ❖ *Xmax: Extremo derecho del intervalo*

- ❖ *O*: cantidad de valores observados dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ *PO*: probabilidad observada dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ *E*: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ *PE*: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ *Error*:  $((E-O)^2)/O$
- ❖ *Parámetros D*: cantidad de parametros de la distribucion seleccionada
- ❖ *Grados de L*: clases - 1 - *Parámetros D*
- ❖ *ChiCuad(Tab)*: valor de la tabla de  $\chi^2$  para  $\alpha = 0.05$  y los grados de libertad calculado
- ❖ *ChiCuad(Dat)*: sumatoria del Error

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	Error
1	5.00	10.0000	2	0.03	0	0.00	14.2785
2	10.00	15.0000	0	0.00	2	0.02	1.5865
3	15.00	20.0000	6	0.08	6	0.08	0.0149
4	20.00	25.0000	20	0.26	15	0.19	1.9788
5	25.00	30.0000	17	0.22	21	0.26	0.6375
6	30.00	35.0000	18	0.23	18	0.24	0.0077
7	35.00	40.0000	15	0.19	11	0.14	1.7393
							18.4964187

TEST CHI CUADRADO (Criterio de Igual Ancho)	
ChiCuad(Dat)	18.50
ChiCuad(Tab)	8
Grados De L.	3
Parámetros D.	3
Los Datos no se comportan como la distribución	

### **TEST CHI-CUADRADO-CRITERIO IGUAL FRECUENCIA (SURTIDORES PAGO EFECTIVO)**

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual frecuencia para verificar que los datos de los pagos en efectivo realizados en los surtidores se comportan siguiendo una Distribución de Erlang 3P, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

#### **Referencias**

- ❖ *Clase*: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $N$  = cantidad de datos)
- ❖ *Xmin*: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ *Xmax*: Extremo derecho del intervalo
- ❖ *O*: cantidad de valores observados dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ *PO*: probabilidad observada dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ *E*: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ *PE*: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ *Error*:  $((E-O)^2)/O$

- ❖ *Parámetros D: cantidad de parametros de la distribucion seleccionada*
- ❖ *Grados de L: clases - 1 - Parámetros D*
- ❖ *ChiCuad(Tab): valor de la tabla de chi2 para alfa = 0.05 y los grados de libertad calculado*
- ❖ *ChiCuad(Dat): sumatoria del Error*

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	Error
1	5.00	21.2370	10	0.13	11.14	0.14	0.1172161172
2	21.24	24.7540	14	0.18	11.14	0.14	0.7326007326
3	24.75	27.4950	8	0.10	11.14	0.14	0.8864468864
4	27.50	30.0720	13	0.17	11.14	0.14	0.3095238095
5	30.07	32.8380	5	0.06	11.14	0.14	3.386446886
6	32.84	36.3780	0	0.00	11.14	0.14	11.14285714
7	36.38	40.0000	28	0.36	11.14	0.14	25.5018315
							5.432234432

TEST CHI CUADRADO (Criterio de Igual frecuencia)	
ChiCuad(Dat)	5.43
ChiCuad(Tab)	8
Grados De L.	3
Parámetros D.	3
Los datos se comportan como la distribución Erlang (3p)	

### **TEST KS-CRITERIO IGUAL ANCHO (SURTIDORES PAGO EFECTIVO)**

En este caso aplicamos el Test De K-S de igual ancho para verificar que los datos de los pagos en efectivo realizados en los surtidores se comportan siguiendo una Distribución de Erlang 3P, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

### **Referencias**

- ❖ *Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)*
- ❖ *Xmin: Extremo izquierdo del intervalo*
- ❖ *Xmax: Extremo derecho del intervalo*
- ❖ *O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *POA: probabilidad observada en el intervalo (xmin-xmax) acumulada*
- ❖ *PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo (xmin-xmax) acumulada*
- ❖ *|PEA - POA|: valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA*
- ❖ *Distancia(|PEA - POA|): máximo valor calculado en |PEA - POA|*
- ❖ *Calor crítico tabla:  $1.36/\text{raíz}(n)$  ( $n$  = cantidad de datos)*

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA - POA
1	5.00	10.0000	2	0.03	0	0.00	0.03	0.00	0.023
2	10.00	15.0000	0	0.00	2	0.02	0.03	0.02	0.002
3	15.00	20.0000	6	0.08	6	0.08	0.10	0.10	0.001
4	20.00	25.0000	20	0.26	15	0.19	0.36	0.29	0.067
5	25.00	30.0000	17	0.22	21	0.26	0.58	0.56	0.021
6	30.00	35.0000	18	0.23	18	0.24	0.81	0.79	0.016
7	35.00	40.0000	15	0.19	11	0.14	1.00	0.93	0.071
									0.071

TEST KS (Criterio de Igual Ancho)	
Distancia ( PEA-POA )	0.071
Valor crítico Tabla	0.154
Los datos se comportan como la distribución Erlang (3p)	

### TEST KS-CRITERIO IGUAL FRECUENCIA (SURTIDORES PAGO EFECTIVO)

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual frecuencia para verificar que los datos de los pagos en efectivo realizados en los surtidores se comportan siguiendo una Distribución de Erlang 3P, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

### Referencias

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ POA: probabilidad observada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ ) acumulada
- ❖ PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ ) acumulada
- ❖ |PEA - POA|: valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA
- ❖ Distancia(|PEA - POA|): máximo valor calculado en |PEA - POA|
- ❖ valor crítico tabla:  $1.36/\sqrt{n}$  ( $n$  = cantidad de datos)

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA - POA
1	5.00	21.2370	10	0.13	11.14	0.14	0.13	0.14	0.015
2	21.24	24.7540	14	0.18	11.14	0.14	0.31	0.29	0.022
3	24.75	27.4950	8	0.10	11.14	0.14	0.41	0.43	0.018
4	27.50	30.0720	13	0.17	11.14	0.14	0.58	0.57	0.005
5	30.07	32.8380	5	0.06	11.14	0.14	0.64	0.71	0.073
6	32.84	36.3780	0	0.00	11.14	0.14	0.64	0.86	0.216
7	36.38	40.0000	28	0.36	11.14	0.14	1.00	1.00	0.000
									0.216

TEST KS (Criterio de Igual Frecuencia)	
Distancia ( PEA-POA )	0.216
Valor crítico Tabla	0.154
Los Datos no se comportan como la distribución	

### **TEST CHI-CUADRADO- CRITERIO IGUAL ANCHO (TIEMPO PAGO TARJETA/MP)**

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual ancho para verificar que los datos de tiempo de pago con Tarjeta/Mercado Pago se comportan siguiendo una Distribución de Frechet, obteniendo que los datos siguen dicha distribución.

### **Referencias**

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $N$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)
- ❖ Error:  $((E-O)^2)/O$
- ❖ Parámetros D: cantidad de parametros de la distribucion seleccionada
- ❖ Grados de L: clases - 1 - Parámetros D
- ❖ ChiCuad(Tab): valor de la tabla de chi2 para alfa = 0.05 y los grados de libertad calculado
- ❖ ChiCuad(Dat): sumatoria del Error

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	Error
1	35.00	39.00	2	0.11	2	0.12	0.024
2	39.00	43.00	3	0.17	2	0.14	0.132
3	43.00	47.00	3	0.17	3	0.15	0.027
4	47.00	51.00	3	0.17	3	0.18	0.018
5	51.00	55.00	7	0.39	5	0.26	1.084
							1.284

TEST CHI CUADRADO (Criterio de Igual Ancho)	
ChiCuad(Dat)	1.284
ChiCuad(Tab)	4
Grados De L.	1
Parámetros D.	3
Los datos se comportan como la distribución Wakeby	

### **TEST CHI-CUADRADO, CRITERIO IGUAL FRECUENCIA (TIEMPO PAGO TARJETA/MP)**

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual frecuencia para verificar que los datos de tiempo de pago con Tarjeta/Mercado Pago se comportan siguiendo una Distribución de Frechet, obteniendo que los datos siguen dicha distribución.

### **Referencias**

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $N$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ Error:  $((E-O)^2)/O$
- ❖ Parámetros D: cantidad de parametros de la distribucion seleccionada
- ❖ Grados de L:  $clases - 1 - Parámetros D$
- ❖ ChiCuad(Tab): valor de la tabla de  $\chi^2$  para  $\alpha = 0.05$  y los grados de libertad calculado
- ❖ ChiCuad(Dat): sumatoria del Error

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	Error
1	35.00	39.96	3	0.17	3.60	0.20	0.100
2	39.96	45.59	5	0.28	3.60	0.20	0.544
3	45.59	50.28	3	0.17	3.60	0.20	0.100
4	50.28	53.81	3	0.17	3.60	0.20	0.100
5	53.81	55.00	4	0.22	3.60	0.20	0.044
							0.889

TEST CHI CUADRADO (Criterio de Igual Probabilidad)	
ChiCuad(Dat)	0.89
ChiCuad(Tab)	4
Grados De L.	1
Parámetros D.	3
Los datos se comportan como la distribución Wakeby	

### **TEST KS-CRITERIO IGUAL ANCHO (TIEMPO PAGO TARJETA/MP)**

En este caso aplicamos el Test K-S de igual ancho para verificar que los datos de tiempo de pago con Tarjeta/Mercado Pago se comportan siguiendo una Distribución de Frechet, obteniendo que los datos siguen dicha distribución.

### **Referencias**

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ POA: probabilidad observada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ ) acumulada
- ❖ PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ ) acumulada
- ❖  $|PEA - POA|$ : valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA
- ❖ Distancia( $|PEA - POA|$ ): máximo valor calculado en  $|PEA - POA|$
- ❖ valor crítico tabla:  $1.36/\sqrt{n}$  ( $n$  = cantidad de datos)

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA - POA
1	35.00	39.00	2	0.11	2	0.12	0.11	0.12	0.013
2	39.00	43.00	3	0.17	2	0.14	0.28	0.26	0.018
3	43.00	47.00	3	0.17	3	0.15	0.44	0.41	0.034
4	47.00	51.00	3	0.17	3	0.18	0.61	0.59	0.020
5	51.00	55.00	7	0.39	5	0.26	1.00	0.85	0.146
									0.146

TEST KS (Criterio de Igual Ancho)	
Distancia ( PEA-POA )	0.146
Valor crítico Tabla	0.154
Los datos se comportan como la distribución Wakeby	

### **TEST KS-CRITERIO IGUAL FRECUENCIA (TIEMPO PAGO TARJETA/MP)**

En este caso aplicamos el Test K-S de igual frecuencia para verificar que los datos de tiempo de pago con Tarjeta/Mercado Pago se comportan siguiendo una Distribución de Frechet, obteniendo que los datos siguen dicha distribución.

### **Referencias**

- ❖ *Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)*
- ❖ *Xmin: Extremo izquierdo del intervalo*
- ❖ *Xmax: Extremo derecho del intervalo*
- ❖ *O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *POA: probabilidad observada en el intervalo (xmin-xmax) acumulada*
- ❖ *PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo (xmin-xmax) acumulada*
- ❖ *|PEA - POA|: valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA*
- ❖ *Distancia(|PEA - POA|): máximo valor calculado en |PEA - POA|*
- ❖ *valor crítico tabla:  $1.36/\text{raíz}(n)$  ( $n$  = cantidad de datos)*

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA - POA
1	35.00	39.96	3	0.17	3.60	0.20	0.17	0.20	0.033
2	39.96	45.59	5	0.28	3.60	0.20	0.44	0.40	0.044
3	45.59	50.28	3	0.17	3.60	0.20	0.61	0.60	0.011
4	50.28	53.81	3	0.17	3.60	0.20	0.78	0.80	0.022
5	53.81	55.00	4	0.22	3.60	0.20	1.00	1.00	0.000
									0.044



TEST KS (Criterio de Igual Probabilidad)	
Distancia (IPEA-POA)	0.044
Valor crítico Tabla	0.154
Los datos se comportan como la distribución Wakeby	

## **TEST CHI-CUADRADO-CRITERIO IGUAL ANCHO (TIEMPO EN COLA)**

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual ancho para verificar que los datos de tiempo en cola se comportan siguiendo una Distribución de Frechet, obteniendo que los datos no siguen dicha distribución.

### **Referencias**

- ❖ *Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $N$  = cantidad de datos)*
- ❖ *Xmin: Extremo izquierdo del intervalo*
- ❖ *Xmax: Extremo derecho del intervalo*
- ❖ *O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *Error:  $((E-O)^2)/O$*
- ❖ *Parámetros D: cantidad de parametros de la distribucion seleccionada*
- ❖ *Grados de L: clases - 1 - Parámetros D*
- ❖ *ChiCua(Tab): valor de la tabla de chi2 para alfa = 0.05 y los grados de libertad calculado*
- ❖ *ChiCua(Dat): sumatoria del Error*

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	Error
1	4.00	30.67	124	0.60	123	0.6009	0.01
2	30.67	57.33	25	0.12	40	0.1975	5.92
3	57.33	84.00	23	0.11	15	0.0737	4.13
4	84.00	110.67	14	0.07	8	0.0367	5.57
5	110.67	137.33	5	0.02	4	0.0215	0.08
6	137.33	164.00	3	0.01	3	0.0139	0.01
7	164.00	190.67	6	0.03	2	0.0096	8.19
8	190.67	217.33	3	0.01	1	0.0070	1.69
9	217.33	244.00	1	0.00	1	0.00532	0.01
							25.61

TEST CHI CUADRADO (Criterio de Igual Ancho)	
ChiCuad(Dat)	25.61
ChiCuad(Tab)	11.0705
Grados De L.	5
Parámetros D.	3
Los Datos no se comportan como la distribución	

## **TEST CHI-CUADRADO-CRITERIO IGUAL FRECUENCIA (TIEMPO EN COLA)**

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual frecuencia para verificar que los datos de tiempo en cola se comportan siguiendo una Distribución de Frechet, obteniendo que los datos no siguen dicha distribución.

### **Referencias**

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $N$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)
- ❖ Error:  $((E-O)^2)/O$
- ❖ Parámetros D: cantidad de parametros de la distribucion seleccionada
- ❖ Grados de L: clases - 1 - Parámetros D
- ❖ ChiCuad(Tab): valor de la tabla de chi2 para alfa = 0.05 y los grados de libertad calculado
- ❖ ChiCuad(Dat): sumatoria del Error

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	Error
1	4.00	10.01	24	0.12	22.78	0.11	0.066
2	10.01	13.37	19	0.09	22.78	0.11	0.627
3	13.37	17.01	30	0.15	22.78	0.11	2.290
4	17.01	21.45	29	0.14	22.78	0.11	1.700
5	21.45	27.44	16	0.08	22.78	0.11	2.017
6	27.44	36.45	14	0.07	22.78	0.11	3.383
7	36.45	52.55	16	0.08	22.78	0.11	2.017
8	52.55	93.83	32	0.16	22.78	0.11	3.734
9	93.83	244	25	0.12	22.78	0.11	0.217
							16.049

TEST CHI CUADRADO (Criterio de Igual Frecuencia)	
ChiCuad(Dat)	16.0488
ChiCuad(Tab)	11.0705
Grados De L.	5
Parámetros D.	3
Los Datos no se comportan como la distribución	

### TEST KS-CRITERIO IGUAL ANCHO (TIEMPO EN COLA)

En este caso aplicamos el Test De K-S de igual ancho para verificar que los datos de tiempo en cola se comportan siguiendo una Distribución de Frechet, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

#### Referencias

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo ( $xmin-xmax$ )
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo ( $xmin-xmax$ )
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $xmin-xmax$ )
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $xmin-xmax$ )
- ❖ POA: probabilidad observada en el intervalo ( $xmin-xmax$ ) acumulada
- ❖ PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo ( $xmin-xmax$ ) acumulada
- ❖  $|PEA - POA|$ : valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA
- ❖ Distancia( $|PEA - POA|$ ): máximo valor calculado en  $|PEA - POA|$
- ❖ valor crítico tabla:  $1.36/\text{raíz}(n)$  ( $n$  = cantidad de datos)

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA- POA
1	4.00	30.67	124	0.60	72	0.60	0.60	0.60	0.00
2	30.67	57.33	25	0.12	24	0.19	0.73	0.80	0.07
3	57.33	84.00	23	0.11	9	0.07	0.84	0.87	0.03
4	84.00	110.67	14	0.07	4	0.03	0.91	0.91	0.00
5	110.67	137.33	5	0.02	3	0.02	0.93	0.93	0.00
6	137.33	164.00	3	0.01	2	0.01	0.95	0.94	0.00
7	164.00	190.67	6	0.03	1	0.01	0.98	0.95	0.02
8	190.67	217.33	3	0.01	1	0.01	0.99	0.96	0.03
9	217.33	244.00	1	0.00	1	0.01	1.00	0.97	0.03
									0.07

TEST KS (Criterio de Igual Ancho)	
Distancia ( $ PEA-POA $ )	0.07
Valor crítico Tabla	0.095
Los datos se comportan como la distribución Frechet	

### TEST KS, CRITERIO IGUAL FRECUENCIA (TIEMPO EN COLA)

En este caso aplicamos el Test De K-S de igual ancho para verificar que los datos de tiempo en cola se comportan siguiendo una Distribución de Frechet, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

#### Referencias

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo ( $xmin-xmax$ )
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo ( $xmin-xmax$ )
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $xmin-xmax$ )
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $xmin-xmax$ )
- ❖ POA: probabilidad observada en el intervalo ( $xmin-xmax$ ) acumulada
- ❖ PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo ( $xmin-xmax$ ) acumulada
- ❖  $|PEA - POA|$ : valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA
- ❖ Distancia( $|PEA - POA|$ ): máximo valor calculado en  $|PEA - POA|$
- ❖ valor crítico tabla:  $1.36/\text{raíz}(n)$  ( $n$  = cantidad de datos)

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	$ PEA - POA $
1	4.00	10.01	24	0.12	22.78	0.11	0.12	0.11	0.006
2	10.01	13.37	19	0.09	22.78	0.11	0.21	0.22	0.012
3	13.37	17.01	30	0.15	22.78	0.11	0.36	0.33	0.023
4	17.01	21.45	29	0.14	22.78	0.11	0.50	0.44	0.053
5	21.45	27.44	16	0.08	22.78	0.11	0.58	0.56	0.020
6	27.44	36.45	14	0.07	22.78	0.11	0.64	0.67	0.023
7	36.45	52.55	16	0.08	22.78	0.11	0.72	0.78	0.056
8	52.55	93.83	32	0.16	22.78	0.11	0.88	0.89	0.011
9	93.83	244.00	25	0.12	22.78	0.11	1.00	1	0.000
									0.056

TEST KS (Criterio de Igual Frecuencia)	
Distancia ( $ PEA-POA $ )	0.056
Valor crítico Tabla	0.095
Los datos se comportan como la distribución Frechet	

## TEST CHI-CUADRADO-CRITERIO IGUAL ANCHO (TIEMPO LLEGADA)

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual ancho para verificar que los datos de tiempo entre llegada se comportan siguiendo una Distribución de Gamma, obteniendo que los datos no siguen dicha distribución.

### Referencias

- ❖ *Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $N$  = cantidad de datos)*
- ❖ *Xmin: Extremo izquierdo del intervalo*
- ❖ *Xmax: Extremo derecho del intervalo*
- ❖ *O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *Error:  $((E-O)^2)/O$*
- ❖ *Parámetros D: cantidad de parametros de la distribucion seleccionada*
- ❖ *Grados de L: clases - 1 - Parámetros D*
- ❖ *ChiCua(Tab): valor de la tabla de chi2 para alfa = 0.05 y los grados de libertad calculado*
- ❖ *ChiCua(Dat): sumatoria del Error*

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	Error
1	0.00	18.44	89	0.4341	86	0.42	0.08
2	18.44	36.89	54	0.2634	52	0.25	0.09
3	36.89	55.33	29	0.1415	29	0.14	0.01
4	55.33	73.78	9	0.0439	9	0.05	0.01
5	73.78	92.22	11	0.0537	9	0.04	0.37
6	92.22	110.67	6	0.0293	5	0.03	0.14
7	110.67	129.11	2	0.0098	3	0.01	0.26
8	129.11	147.56	1	0.0049	2	0.01	0.22
9	147.56	166.00	4	0.0195	1	0.0043	11.03
							12.21

TEST CHI CUADRADO (Criterio de Igual Ancho)	
ChiCua(Dat)	12.21
ChiCua(Tab)	11.07
Grados De L.	5
Parámetros D.	3
Los Datos no se comportan como la distribución	

## TEST CHI-CUADRADO-CRITERIO IGUAL FRECUENCIA (TIEMPO LLEGADA)

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual frecuencia para verificar que los datos de tiempo entre llegada se comportan siguiendo una Distribución de Gamma, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

### Referencias

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $N$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)
- ❖ Error:  $((E-O)^2)/O$
- ❖ Parámetros D: cantidad de parametros de la distribucion seleccionada
- ❖ Grados de L: clases - 1 - Parámetros D
- ❖ ChiCua(Tab): valor de la tabla de  $\chi^2$  para  $\alpha = 0.05$  y los grados de libertad calculado
- ❖ ChiCua(Dat): sumatoria del Error

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	Error
1	0.00	4.25	25	0.12	22.78	0.11	0.22
2	4.25	8.75	28	0.14	22.78	0.11	1.20
3	8.75	13.84	15	0.07	22.78	0.11	2.66
4	13.84	19.78	24	0.12	22.78	0.11	0.07
5	19.78	26.98	24	0.12	22.78	0.11	0.07
6	26.98	36.18	27	0.13	22.78	0.11	0.78
7	36.18	49.07	18	0.09	22.78	0.11	1.00
8	49.07	70.96	20	0.10	22.78	0.11	0.34
9	70.96	166	24	0.12	22.78	0.11	0.07
							6.32

TEST CHI CUADRADO (Criterio de Igual Frecuencia)	
ChiCua(Dat)	6.32
ChiCua(Tab)	13
Grados De L.	6
Parámetros D.	2
Los datos se comportan como la distribución Gamma	

## TEST KS - CRITERIO IGUAL ANCHO (TIEMPO LLEGADA)

En este caso aplicamos el Test KS de igual ancho para verificar que los datos de tiempo entre llegada se comportan siguiendo una Distribución de Gamma, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

### Referencias

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)
- ❖ POA: probabilidad observada en el intervalo (xmin-xmax) acumulada
- ❖ PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo (xmin-xmax) acumulada
- ❖ |PEA - POA|: valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA
- ❖ Distancia(|PEA - POA|): máximo valor calculado en |PEA - POA|
- ❖ valor crítico tabla:  $1.36/\sqrt{n}$  ( $n$  = cantidad de datos)

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA- POA
1	0.00	18.44	89	0.43	86	0.42	0.43	0.42	0.01
2	18.44	36.89	54	0.26	52	0.25	0.70	0.67	0.02
3	36.89	55.33	29	0.14	29	0.14	0.84	0.82	0.02
4	55.33	73.78	9	0.04	9	0.05	0.88	0.86	0.02
5	73.78	92.22	11	0.05	9	0.04	0.94	0.91	0.03
6	92.22	110.67	6	0.03	5	0.03	0.97	0.93	0.03
7	110.67	129.11	2	0.01	3	0.01	0.98	0.95	0.03
8	129.11	147.56	1	0.00	2	0.01	0.98	0.95	0.03
9	147.56	166.00	4	0.02	1	0.00	1.00	0.96	0.04
									0.03

TEST KS (Criterio de Igual Ancho)	
Distancia ( PEA-POA )	0.03
Valor crítico Tabla	0.095
Los datos se comportan como la distribución Gamma	

## TEST KS-CRITERIO IGUAL FRECUENCIA (TIEMPO LLEGADA)

En este caso aplicamos el Test KS de igual frecuencia para verificar que los datos de tiempo entre llegada se comportan siguiendo una Distribución de Gamma, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

### Referencias

- ❖ *Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)*
- ❖ *Xmin: Extremo izquierdo del intervalo*
- ❖ *Xmax: Extremo derecho del intervalo*
- ❖ *O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *POA: probabilidad observada en el intervalo (xmin-xmax) acumulada*
- ❖ *PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo (xmin-xmax) acumulada*
- ❖ *|PEA - POA|: valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA*
- ❖ *Distancia(|PEA - POA|): máximo valor calculado en |PEA - POA|*
- ❖ *valor crítico tabla:  $1.36/\sqrt{n}$  ( $n$  = cantidad de datos)*

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA - POA
1	0.00	4.25	25	0.12	22.78	0.11	0.12	0.11	0.011
2	4.25	8.75	28	0.14	22.78	0.11	0.26	0.22	0.036
3	8.75	13.84	15	0.07	22.78	0.11	0.33	0.33	0.002
4	13.84	19.78	24	0.12	22.78	0.11	0.45	0.44	0.004
5	19.78	26.98	24	0.12	22.78	0.11	0.57	0.56	0.010
6	26.98	36.18	27	0.13	22.78	0.11	0.70	0.67	0.031
7	36.18	49.07	18	0.09	22.78	0.11	0.79	0.78	0.008
8	49.07	70.96	20	0.10	22.78	0.11	0.88	0.89	0.006
9	70.96	166.00	24	0.12	22.78	0.11	1.00	1.00	0.000
									0.036

TEST KS (Criterio de Igual Frecuencia)	
Distancia ( PEA-POA )	0.036
Valor crítico Tabla	0.095
Los datos se comportan como la distribución Gamma	



## TEST CHI-CUADRADO- CRITERIO IGUAL ANCHO (TIEMPO PROCESAMIENTO SERVICIO)

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual ancho para verificar que los datos de tiempo de procesamiento de servicio se comportan siguiendo una Distribución de Wakeby, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

### Referencias

- ❖ *Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $N$  = cantidad de datos)*
- ❖ *Xmin: Extremo izquierdo del intervalo*
- ❖ *Xmax: Extremo derecho del intervalo*
- ❖ *O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *Error:  $((E-O)^2)/O$*
- ❖ *Parámetros D: cantidad de parametros de la distribucion seleccionada*
- ❖ *Grados de L: clases - 1 - Parámetros D*
- ❖ *ChiCua(Tab): valor de la tabla de chi2 para alfa = 0.05 y los grados de libertad calculado*
- ❖ *ChiCua(Dat): sumatoria del Error*

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	Error
1	20.00	182.13	9	0.0938	13	0.14	1.42
2	182.13	344.25	59	0.6146	56	0.59	0.13
3	344.25	506.38	22	0.2292	19	0.20	0.41
4	506.38	668.50	4	0.0417	4	0.04	0.02
5	668.50	830.63	0	0.0000	1	0.01	1.43
6	830.63	992.75	1	0.0104	1	0.01	0.26
7	992.75	1154.88	0	0.0000	0	0.00	0.29
8	1154.88	1317.00	1	0.0104	0	0.00	4.43
							8.35

TEST CHI CUADRADO (Criterio de Igual Ancho)	
ChiCua(Dat)	8.35
ChiCua(Tab)	9
Grados De L.	4
Parámetros D.	3
Los datos se comportan como la distribución Wakeby	

## TEST CHI-CUADRADO, CRITERIO IGUAL FRECUENCIA (TIEMPO PROCESAMIENTO SERVICIO)

En este caso aplicamos el Test De Chi Cuadrado de igual frecuencia para verificar que los datos de tiempo de procesamiento de servicio se comportan siguiendo una Distribución de Wakeby, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

### Referencias

- ❖ *Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $N$  = cantidad de datos)*
- ❖ *Xmin: Extremo izquierdo del intervalo*
- ❖ *Xmax: Extremo derecho del intervalo*
- ❖ *O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *Error:  $((E-O)^2)/O$*
- ❖ *Parámetros D: cantidad de parametros de la distribucion seleccionada*
- ❖ *Grados de L: clases - 1 - Parámetros D*
- ❖ *ChiCuad(Tab): valor de la tabla de chi2 para alfa = 0.05 y los grados de libertad calculado*
- ❖ *ChiCuad(Dat): sumatoria del Error*

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	Error
1	20.00	171.33	8	0.0833	12	0.125	1.33
2	171.33	235.78	19	0.1979	12	0.125	4.08
3	235.78	266.41	11	0.1146	12	0.125	0.08
4	266.41	288.53	7	0.0729	12	0.125	2.08
5	288.53	311.21	11	0.1146	12	0.125	0.08
6	311.21	353.32	15	0.1563	12	0.125	0.75
7	353.32	432.66	13	0.1354	12	0.125	0.08
8	432.66	1317.00	12	0.1250	12	0.125	0.00
							8.5

TEST CHI CUADRADO (Criterio de Igual frecuencia)	
ChiCuad(Dat)	8.5
ChiCuad(Tab)	9
Grados De L.	4
Parámetros D.	3
Los datos se comportan como la distribución Wakeby	

## TEST KS-CRITERIO IGUAL ANCHO (TIEMPO PROCESAMIENTO SERVICIO)

En este caso aplicamos el Test KS de igual ancho para verificar que los datos de tiempo de procesamiento de servicio se comportan siguiendo una Distribución de Wakeby, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución.

### Referencias

- ❖ *Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)*
- ❖ *Xmin: Extremo izquierdo del intervalo*
- ❖ *Xmax: Extremo derecho del intervalo*
- ❖ *O: cantidad de valores observados dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PO: probabilidad observada dentro del intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo (xmin-xmax)*
- ❖ *POA: probabilidad observada en el intervalo (xmin-xmax) acumulada*
- ❖ *PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo (xmin-xmax) acumulada*
- ❖ *|PEA - POA|: valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA*
- ❖ *Distancia(|PEA - POA|): máximo valor calculado en |PEA - POA|*
- ❖ *valor crítico tabla:  $1.36/\sqrt{n}$  ( $n$  = cantidad de datos)*

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA- POA
1	20.00	182.13	9	0.0938	13	0.14	0.09	0.14	0.05
2	182.13	344.25	59	0.6146	56	0.59	0.71	0.73	0.02
3	344.25	506.38	22	0.2292	19	0.20	0.94	0.93	0.01
4	506.38	668.50	4	0.0417	4	0.04	0.98	0.97	0.01
5	668.50	830.63	0	0.0000	1	0.01	0.98	0.99	0.01
6	830.63	992.75	1	0.0104	1	0.01	0.99	0.99	0.00
7	992.75	1154.88	0	0.0000	0	0.00	0.99	0.99	0.00
8	1154.88	1317.00	1	0.0104	0	0.00	1.00	1.00	0.00
									0.05

TEST KS (Criterio de Igual Ancho)	
Distancia ( PEA-POA )	0.05
Valor crítico Tabla	0.139
Los datos se comportan como la distribución Wakeby	

## TEST KS-CRITERIO IGUAL FRECUENCIA (TIEMPO PROCESAMIENTO SERVICIO)

En este caso aplicamos el Test KS de igual frecuencia para verificar que los datos de tiempo de procesamiento de servicio se comportan siguiendo una Distribución de Wakeby, obteniendo que los datos si siguen dicha distribución .

### Referencias

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ POA: probabilidad observada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ ) acumulada
- ❖ PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ ) acumulada
- ❖  $|PEA - POA|$ : valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA
- ❖ Distancia( $|PEA - POA|$ ): máximo valor calculado en  $|PEA - POA|$
- ❖ valor crítico tabla:  $1.36/\sqrt{n}$  ( $n$  = cantidad de datos)

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA- POA
1	20.00	171.33	8	0.0833	12	0.125	0.08	0.13	0.04
2	171.33	235.78	19	0.1979	12	0.125	0.28	0.25	0.03
3	235.78	266.41	11	0.1146	12	0.125	0.40	0.38	0.02
4	266.41	288.53	7	0.0729	12	0.125	0.47	0.50	0.03
5	288.53	311.21	11	0.1146	12	0.125	0.58	0.63	0.04
6	311.21	353.32	15	0.1563	12	0.125	0.74	0.75	0.01
7	353.32	432.66	13	0.1354	12	0.125	0.88	0.88	0.00
8	432.66	1317.00	12	0.1250	12	0.125	1.00	1.00	0.00
									0.04

TEST KS (Criterio de Igual frecuencia)	
Distancia ( $ PEA-POA $ )	0.04
Valor crítico Tabla	0.139
Los datos se comportan como la distribución Wakeby	

## 4) Desarrollar el programa en GPSS del modelo a ser simulado:

Se debe tener en cuenta el funcionamiento del sistema, las simplificaciones y/o restricciones realizadas, el comportamiento de los datos de entrada y las variables a

**recolectar para la correcta programación. Transcribir el programa explicando cada línea de código utilizada.**

Para la creación del programa en GPSS lo primero que hicimos fue definir la creación de nuestros recursos, para eso definimos las 8 cabinas simples definiendo cada una con una unidad de atención, posteriormente se realizó la generación de los parámetros de las diferentes distribuciones, aplicando las siguientes distribuciones a los siguientes tiempos:

- Tiempo de Llegada → Dist. Gamma.
- Tiempo en Cola → Dist. Frechet.
- Tiempo de Procesamiento de Servicio → Dist. Wakeby.
- Tiempo de Pago Efectivo → Dist. Erlang 3P.
- Tiempo de Pago Tarjeta/MP → Dist. Wakeby.

Definidas estas distribuciones realizamos el ingreso de los clientes siguiendo la Dist. Gamma, una vez ingresan a la cola estos clientes, la misma se comporta siguiendo una Dist. Frechet, pasado el tiempo en cola, los clientes son transferidos un 50% a la salida, ya que representan los desertores de nuestro sistema, mientras que el otro 50% ingresa a diferentes surtidores, para eso son dirigidos siguiendo distintos porcentajes para cada surtidor.

- Surtidor 1: 14,6 %.
- Surtidor 2: 18,8 %.
- Surtidor 3: 16,7 %.
- Surtidor 4: 18,8%.
- Surtidor 5: 14,6%.
- Surtidor 6: 2,1%.
- Surtidor 7: 7,3%.
- Surtidor 8: 7,3%.

Los cuales por el funcionamiento del TRANSFER cambian a

- Surtidor 1: 14,6 %.
- Surtidor 2: 22 %.
- Surtidor 3: 25 %.
- Surtidor 4: 38%.
- Surtidor 5: 47%.
- Surtidor 6: 13%.
- Surtidor 7: 50%.
- Surtidor 8: 50%.

Una vez en los surtidores se quedan un tiempo para la carga de GNC siguiendo la segunda función wakeby, luego el 80% de los clientes pagan con efectivo, mientras que el otro 20% pagan con tarjeta o otro metodo de pago, entonces se transfieren al bloque de pago correspondiente y pasan un tiempo efectuando el pago con la Distribución Wakeby para tarjeta o Distribución Erlang para efectivo, una vez efectuado el pago son transferidos al bloque de salida, donde se tabula el tiempo en el sistema para posteriormente salir del mismo.

## A continuación presentamos el código original del Modelo.

```

SURTIDOR_1    STORAGE    1          ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 1
SURTIDOR_2    STORAGE    1          ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 2
SURTIDOR_3    STORAGE    1          ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 3
SURTIDOR_4    STORAGE    1          ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 4
SURTIDOR_5    STORAGE    1          ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 5
SURTIDOR_6    STORAGE    1          ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 6
SURTIDOR_7    STORAGE    1          ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 7
SURTIDOR_8    STORAGE    1          ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 8
TIEMPO_COLA   TABLE     M1,1,5,20 ; GENERAMOS LA TABLA CON LOS TIEMPOS EN COLA (TIEMPOS,X.INF.,ANCHO INTERVALO,BARRAS)
TIEMPO_LLEGADA TABLE     M2,0,1,1  ; GENERAMOS LA TABLA CON LOS TIEMPOS DE LLEGADA (TIEMPO , X.INF. , ANCHO INTERVALO , BARRAS)
TIEMPO_TOTAL  TABLE     M3,1,5,20 ; GENERAMOS LA TABLA CON EL TIEMPO TOTAL EN SISTEMA (TIEMPO , X.INF. , ANCHO INTERVALO , BARRAS)
TIEMPO_GAMMA  TABLE     FN$FUNGAMMA,1,5,20 ; GENERAMOS LA TABLA CON LOS TIEMPOS DE LLEGADA ASOCIADOS A LA DIST. GAMMA
(TIEMPO,X.INF.,ANCHO INTERVALO,BARRAS)
FUNFRECHET    FUNCTION    RN1,C24   ; GENERAMOS LA FUNCIÓN FRECHET PARA TIEMPOS EN COLA
0.0,0.0/0.1,9.6557/0.2,12.699/0.3,15.855/0.4,19.538/0.5,24.187/0.6,30.547/0.7,40.206/0.75,47.391/0.80,57.55/0.84,69.51/0.88,88.133/0.9,102.18/0.92,122.20/0.94,153.52/0.95,
177.21/0.96,211.02/0.97,264.00/0.98,361.00/0.99,616.48/0.995,1049.6/0.998,2117.80/0.999,3600.00/0.9997,9043.80
FUNGAMMA      FUNCTION    RN2,C24   ; GENERAMOS LA FUNCIÓN GAMMA PARA LLEGADA DE CLIENTES
0.0,0.0/0.1,3.1487/0.2,6.855/0.3,11.132/0.4,16.122/0.5,22.071/0.6,29.395/0.7,38.886/0.75,44.92/0.8,52.322/0.84,59.738/0.88,69.315/0.9,75.393/0.92,82.839/0.94,92.448/0.95,9
8.543/0.96,106.01/0.97,115.64/0.98,129.22/0.99,152.47/0.995,175.73/0.998,206.52/0.999,229.83/0.9997,270.34
FUNWAKEBY     FUNCTION    RN3,C24   ; GENERAMOS LA FUNCIÓN WAKEBY PARA PAGOS CON TARJETA O MERCADO PAGO
0.0,33.481/0.1,36.817/0.2,39.955/0.3,42.884/0.4,45.593/0.5,48.064/0.6,50.277/0.7,52.205/0.75,53.049/0.8,53.806/0.84,54.341/0.88,54.808/0.9,55.012/0.92,55.195/0.94,55.355/
0.95,55.425/0.96,55.487/0.97,55.542/0.98,55.587/0.99,55.621/0.995,55.633/0.998,55.638/0.999,55.638/0.9997,55.639
FUNERLAND     FUNCTION    RN4,C24   ; GENERAMOS LA FUNCIÓN ERLAND PARA PAGOS EN EFECTIVO
0.0,0.0/0.1,19.834/0.2,22.916/0.3,25.172/0.4,27.123/0.5,28.965/0.6,30.826/0.7,32.838/0.75,33.961/0.8,35.22/0.84,36.378/0.88,37.754/0.9,38.572/0.92,39.523/0.94,40.682/0.95,
41.382/0.96,42.209/0.97,43.229/0.98,44.593/0.99,46.761/0.995,48.764/0.998,51.217/0.999,52.955/0.9997,55.779
FUNWAKEBY2    FUNCTION    RN5,C24   ; GENERAMOS LA FUNCIÓN WAKEBY(2) PARA TIEMPOS DE SERVICIO
0.0,18.754/0.1,150.35/0.2,216.23/0.3,250.22/0.4,271.01/0.5,288.53/0.6,308.35/0.7,335.14/0.75,353.32/0.8,377.02/0.84,402.42/0.88,437.88/0.9,462.06/0.92,493.58/0.94,537.59/
0.95,567.54/0.96,606.71/0.97,661.33/0.98,747.11/0.99,921.32/0.995,1137.5/0.998,1505.3/0.999,1862.2/0.9997,2698.6
GENERATE      FN$FUNGAMMA          ;GENERADOR DE LA LLEGADA DE AUTOS
TABULATE     TIEMPO_GAMMA          ;TOMAMOS LOS TIEMPOS DE LLEGADA
QUEUE        COLA_ESTACION         ;COLA ENTRADA ESTACION
ADVANCE      FN$FUNFRECHET         ;TIEMPO EN LA COLA
TABULATE     TIEMPO_COLA           ;TOMAMOS LOS TIEMPOS EN COLA
DEPART       COLA_ESTACION         ;SALIDA DE LA COLA ENTRADA
TRANSFER     .50,SALIDA,BLOQUE_1_SURTIDORES ;DESERTORES DEL SISTEMAS
BLOQUE_1_SURTIDORES TRANSFER 0.146,BLOQUE_2_SURTIDORES,SURTIDOR_1 ;EL 14,6% VAN AL PRIMER SURTIDOR, EL RESTO PASAN A BLOQUE_2_SURTIDORES
BLOQUE_2_SURTIDORES TRANSFER .22,BLOQUE_3_SURTIDORES,SURTIDOR_2 ;EL 22% VAN AL SEGUNDO SURTIDOR, EL RESTO PASAN A BLOQUE_3_SURTIDORES
BLOQUE_3_SURTIDORES TRANSFER 0.25,BLOQUE_4_SURTIDORES,SURTIDOR_3 ;EL 25% VAN AL TERCER SURTIDOR, EL RESTO PASAN A BLOQUE_4_SURTIDORES
BLOQUE_4_SURTIDORES TRANSFER 0.38,BLOQUE_5_SURTIDORES,SURTIDOR_4 ;EL 38% VAN AL CUARTO SURTIDOR, EL RESTO PASAN A BLOQUE_5_SURTIDORES
BLOQUE_5_SURTIDORES TRANSFER 0.47,BLOQUE_6_SURTIDORES,SURTIDOR_5 ;EL 47% VAN AL QUINTO SURTIDOR, EL RESTO PASAN AL BLOQUE_6_SURTIDORES
BLOQUE_6_SURTIDORES TRANSFER 0.13,BLOQUE_7_SURTIDORES,SURTIDOR_6 ;EL 13% VAN AL SEXTO SURTIDOR, EL RESTO PASAN AL BLOQUE_7_SURTIDORES
BLOQUE_7_SURTIDORES TRANSFER 0.50,SURTIDOR_8,SURTIDOR_7 ;EL 50% PASA AL SEPTIMO SURTIDOR, Y EL RESTO (54%) AL OCTAVO SURTIDOR
SURTIDOR_1    ENTER    SURTIDOR_1 ;OCUPA EL SURTIDOR
ADVANCE      FN$FUNWAKEBY2 ;UTILIZA EL SURTIDOR
TRANSFER     0.8,TARJETA_S1,EFFECTIVO_S1 ;PASA EL 80% A PAGAR EN EFECTIVO , EL 20% CON TARJETA O OTROS MEDIOS DE PAGO
SURTIDOR_2    ENTER    SURTIDOR_2 ;OCUPA EL SURTIDOR
ADVANCE      FN$FUNWAKEBY2 ;UTILIZA EL SURTIDOR
TRANSFER     0.8,TARJETA_S2,EFFECTIVO_S2 ;PASA EL 80% A PAGAR EN EFECTIVO , EL 20% CON TARJETA O OTROS MEDIOS DE PAGO
SURTIDOR_3    ENTER    SURTIDOR_3 ;OCUPA EL SURTIDOR
ADVANCE      FN$FUNWAKEBY2 ;UTILIZA EL SURTIDOR
TRANSFER     0.8,TARJETA_S3,EFFECTIVO_S3 ;PASA EL 80% A PAGAR EN EFECTIVO , EL 20% CON TARJETA O OTROS MEDIOS DE PAGO
SURTIDOR_4    ENTER    SURTIDOR_4 ;OCUPA EL SURTIDOR
ADVANCE      FN$FUNWAKEBY2 ;UTILIZA EL SURTIDOR
TRANSFER     0.8,TARJETA_S4,EFFECTIVO_S4 ;PASA EL 80% A PAGAR EN EFECTIVO , EL 20% CON TARJETA O OTROS MEDIOS DE PAGO
SURTIDOR_5    ENTER    SURTIDOR_5 ;OCUPA EL SURTIDOR
ADVANCE      FN$FUNWAKEBY2 ;UTILIZA EL SURTIDOR
TRANSFER     0.8,TARJETA_S5,EFFECTIVO_S5 ;PASA EL 80% A PAGAR EN EFECTIVO , EL 20% CON TARJETA O OTROS MEDIOS DE PAGO
SURTIDOR_6    ENTER    SURTIDOR_6 ;OCUPA EL SURTIDOR
ADVANCE      FN$FUNWAKEBY2 ;UTILIZA EL SURTIDOR
TRANSFER     0.8,TARJETA_S6,EFFECTIVO_S6 ;PASA EL 80% A PAGAR EN EFECTIVO , EL 20% CON TARJETA O OTROS MEDIOS DE PAGO
SURTIDOR_7    ENTER    SURTIDOR_7 ;OCUPA EL SURTIDOR
ADVANCE      FN$FUNWAKEBY2 ;UTILIZA EL SURTIDOR
TRANSFER     0.8,TARJETA_S7,EFFECTIVO_S7 ;PASA EL 80% A PAGAR EN EFECTIVO , EL 20% CON TARJETA O OTROS MEDIOS DE PAGO
SURTIDOR_8    ENTER    SURTIDOR_8 ;OCUPA EL SURTIDOR
ADVANCE      FN$FUNWAKEBY2 ;UTILIZA EL SURTIDOR
TRANSFER     0.8,TARJETA_S8,EFFECTIVO_S8 ;PASA EL 80% A PAGAR EN EFECTIVO , EL 20% CON TARJETA O OTROS MEDIOS DE PAGO
EFFECTIVO_S1  ADVANCE  FN$FUNERLAND ;SE REALIZA EL PAGO SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN ERLAND
LEAVE        SURTIDOR_1 ;SE ABANDONA EL SURTIDOR 1

```

```

TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
TARJETA_S1     ADVANCE      FN$FUNWAKEBY      ;SE REALIZA EL PAGO CON TARJETA SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN DE WAKEBY
LEAVE          SURTIDOR_1    ; ABANDONA EL SURTIDOR 1
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
EFECTIVO_S2     ADVANCE      FN$FUNERLAND      ; SE REALIZA EL PAGO SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN ERLAND
LEAVE          SURTIDOR_2    ; ABANDONA EL SURTIDOR 2
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
TARJETA_S2     ADVANCE      FN$FUNWAKEBY      ;SE REALIZA EL PAGO CON TARJETA SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN DE WAKEBY
LEAVE          SURTIDOR_2    ; ABANDONA EL SURTIDOR 2
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
EFECTIVO_S3     ADVANCE      FN$FUNERLAND      ; SE REALIZA EL PAGO SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN ERLAND
LEAVE          SURTIDOR_3    ; ABANDONA EL SURTIDOR 3
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
TARJETA_S3     ADVANCE      FN$FUNWAKEBY      ;SE REALIZA EL PAGO CON TARJETA SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN DE WAKEBY
LEAVE          SURTIDOR_3    ; ABANDONA EL SURTIDOR 3
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
EFECTIVO_S4     ADVANCE      FN$FUNERLAND      ; SE REALIZA EL PAGO SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN ERLAND
LEAVE          SURTIDOR_4    ; ABANDONA EL SURTIDOR 4
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
TARJETA_S4     ADVANCE      FN$FUNWAKEBY      ;SE REALIZA EL PAGO CON TARJETA SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN DE WAKEBY
LEAVE          SURTIDOR_4    ; ABANDONA EL SURTIDOR 4
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
EFECTIVO_S5     ADVANCE      FN$FUNERLAND      ; SE REALIZA EL PAGO SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN ERLAND
LEAVE          SURTIDOR_5    ; ABANDONA EL SURTIDOR 5
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
TARJETA_S5     ADVANCE      FN$FUNWAKEBY      ;SE REALIZA EL PAGO CON TARJETA SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN DE WAKEBY
LEAVE          SURTIDOR_5    ; ABANDONA EL SURTIDOR 5
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
EFECTIVO_S6     ADVANCE      FN$FUNERLAND      ; SE REALIZA EL PAGO SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN ERLAND
LEAVE          SURTIDOR_6    ; ABANDONA EL SURTIDOR 6
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
TARJETA_S6     ADVANCE      FN$FUNWAKEBY      ;SE REALIZA EL PAGO CON TARJETA SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN DE WAKEBY
LEAVE          SURTIDOR_6    ; ABANDONA EL SURTIDOR 6
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
EFECTIVO_S7     ADVANCE      FN$FUNERLAND      ; SE REALIZA EL PAGO SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN ERLAND
LEAVE          SURTIDOR_7    ; ABANDONA EL SURTIDOR 7
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
TARJETA_S7     ADVANCE      FN$FUNWAKEBY      ;SE REALIZA EL PAGO CON TARJETA SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN DE WAKEBY
LEAVE          SURTIDOR_7    ; ABANDONA EL SURTIDOR 7
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
EFECTIVO_S8     ADVANCE      FN$FUNERLAND      ; SE REALIZA EL PAGO SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN ERLAND
LEAVE          SURTIDOR_8    ; ABANDONA EL SURTIDOR 8
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
TARJETA_S8     ADVANCE      FN$FUNWAKEBY      ;SE REALIZA EL PAGO CON TARJETA SIGUIENDO LA DISTRIBUCIÓN DE WAKEBY
LEAVE          SURTIDOR_8    ; ABANDONA EL SURTIDOR 8
TRANSFER      ,SALIDA      ;SE DIRIGE A LA SALIDA
SALIDA         TABULATE      TIEMPO_TOTAL      ; TOMAMOS EL TIEMPO DE PERMANENCIA TOTAL EN EL SISTEMA
TERMINATE      ;DAMOS SALIDA A LA ENTIDAD CLIENTE DEL SISTEMA
GENERATE        3600          ;SIMULA UNA HORA DEL SISTEMA
TERMINATE      1              ;FINALIZACION DE LA SIMULACIÓN

```

## 5) Verificar el modelo programado en GPSS:

**Asegurar el correcto funcionamiento del programa, obtención de los datos de salida y tablas. Transcribir los resultados obtenidos de una corrida de simulación.**

# Reporte VisualSIS

## Información general

START_TIME	END_TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0	3600	90	0	8

## Bloques no ejecutables

```
SURTIDOR_1      STORAGE      1      ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 1
SURTIDOR_2      STORAGE      1      ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 2
SURTIDOR_3      STORAGE      1      ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 3
SURTIDOR_4      STORAGE      1      ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 4
SURTIDOR_5      STORAGE      1      ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 5
SURTIDOR_6      STORAGE      1      ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 6
SURTIDOR_7      STORAGE      1      ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 7
SURTIDOR_8      STORAGE      1      ; DEFINIMOS EL RECURSO SURTIDOR 8

TIEMPO_COLA      TABLE      M1,1,5,20      ; GENERAMOS LA TABLA
CON LOS TIEMPOS EN COLA (TIEMPOS,X.INF.,ANCHO INTERVALO,BARRAS)

TIEMPO_LLEGADA   TABLE      M2,0,1,1      ; GENERAMOS LA TABLA
CON LOS TIEMPOS DE LLEGADA (TIEMPO , X.INF. , ANCHO INTERVALO , BARRAS)

TIEMPO_TOTAL     TABLE      M3,1,5,20      ; GENERAMOS LA TABLA
CON EL TIEMPO TOTAL EN SISTEMA (TIEMPO , X.INF. , ANCHO INTERVALO , BARRAS)

TIEMPO_GAMMA     TABLE      FN$FUNGAMMA,1,5,20      ; GENERAMOS LA TABLA
CON LOS TIEMPOS DE LLEGADA ASOCIADOS A LA DIST. GAMMA (TIEMPO,X.INF.,ANCHO
INTERVALO,BARRAS)

FUNFRECHET       FUNCTION     RN1,C24      ; GENERAMOS LA
FUNCIÓN FRECHET PARA TIEMPOS EN COLA

0.0,0.0/0.1,9.6557/0.2,12.699/0.3,15.855/0.4,19.538/0.5,24.187/0.6,30.547/0.7,40.2
06/0.75,47.391/0.80,57.55/0.84,69.51/0.88,88.133/0.9,102.18/0.92,122.20/0.94,153.5
```



2/0.95,177.21/0.96,211.02/0.97,264.00/0.98,361.00/0.99,616.48/0.995,1049.6/0.998,2117.80/0.999,3600.00/0.9997,9043.80

FUNGAMMA                      FUNCTION                      RN2,C24                      ; GENERAMOS LA  
FUNCIÓN GAMMA PARA LLEGADA DE CLIENTES

0.0,0.0/0.1,3.1487/0.2,6.855/0.3,11.132/0.4,16.122/0.5,22.071/0.6,29.395/0.7,38.886/0.75,44.92/0.8,52.322/0.84,59.738/0.88,69.315/0.9,75.393/0.92,82.839/0.94,92.448/0.95,98.543/0.96,106.01/0.97,115.64/0.98,129.22/0.99,152.47/0.995,175.73/0.998,206.52/0.999,229.83/0.9997,270.34

FUNWAKEBY                      FUNCTION                      RN3,C24                      ; GENERAMOS LA  
FUNCIÓN WAKEBY PARA PAGOS CON TARJETA O MERCADO PAGO

0.0,33.481/0.1,36.817/0.2,39.955/0.3,42.884/0.4,45.593/0.5,48.064/0.6,50.277/0.7,52.205/0.75,53.049/0.8,53.806/0.84,54.341/0.88,54.808/0.9,55.012/0.92,55.195/0.94,55.355/0.95,55.425/0.96,55.487/0.97,55.542/0.98,55.587/0.99,55.621/0.995,55.633/0.998,55.638/0.999,55.638/0.9997,55.639

FUNERLAND                      FUNCTION                      RN4,C24                      ;GENERAMOS LA  
FUNCIÓN ERLAND PARA PAGOS EN EFECTIVO

0.0,0.0/0.1,19.834/0.2,22.916/0.3,25.172/0.4,27.123/0.5,28.965/0.6,30.826/0.7,32.838/0.75,33.961/0.8,35.22/0.84,36.378/0.88,37.754/0.9,38.572/0.92,39.523/0.94,40.682/0.95,41.382/0.96,42.209/0.97,43.229/0.98,44.593/0.99,46.761/0.995,48.764/0.998,51.217/0.999,52.955/0.9997,55.779

FUNWAKEBY2                      FUNCTION                      RN5,C24                      ; GENERAMOS LA  
FUNCIÓN WAKEBY(2) PARA TIEMPOS DE SERVICIO

0.0,18.754/0.1,150.35/0.2,216.23/0.3,250.22/0.4,271.01/0.5,288.53/0.6,308.35/0.7,335.14/0.75,353.32/0.8,377.02/0.84,402.42/0.88,437.88/0.9,462.06/0.92,493.58/0.94,537.59/0.95,567.54/0.96,606.71/0.97,661.33/0.98,747.1/0.99,921.32/0.995,1137.5/0.998,1505.3/0.999,1862.2/0.9997,2698.6

## Bloques ejecutables

LINE	LOC	BLOCK_TYPE	ENTRY_COUNT	CURRENT_COUNT	RETRY
23	1	GENERATE	FN\$FUNGAMMA	109 0	0
24	2	TABULATE	TIEMPO_GAMMA	108	0 0
25	3	QUEUE	COLA_ESTACION	108	0 0
26	4	ADVANCE	FN\$FUNFRECHET	108 2	0
27	5	TABULATE	TIEMPO_COLA	106	0 0

28	6	DEPART	COLA_ESTACION	106	0	0	
29	7	TRANSFER	.50,SALIDA,BLOQUE_1_SURTIDORES	106	0	0	
30	BLOQUE_1_SURTI	TRANSFER	0.146,BLOQUE_2_SURTIDORES,SURTIDOR_1	48	0	0	
31	BLOQUE_2_SURTI	TRANSFER	.22,BLOQUE_3_SURTIDORES,SURTIDOR_2	41	1	0	
32	BLOQUE_3_SURTI	TRANSFER	0.25,BLOQUE_4_SURTIDORES,SURTIDOR_3	30	0	0	
33	BLOQUE_4_SURTI	TRANSFER	0.38,BLOQUE_5_SURTIDORES,SURTIDOR_4	22	2	0	
34	BLOQUE_5_SURTI	TRANSFER	0.47,BLOQUE_6_SURTIDORES,SURTIDOR_5	13	0	0	
35	BLOQUE_6_SURTI	TRANSFER	0.13,BLOQUE_7_SURTIDORES,SURTIDOR_6	7	0	0	
36	BLOQUE_7_SURTI	TRANSFER	0.50,SURTIDOR_8,SURTIDOR_7	7	0	0	
37	SURTIDOR_1	ENTER	SURTIDOR_1	7	0	0	
38	16	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY2	7	0	0	
39	17	TRANSFER	0.8,TARJETA_S1,EFFECTIVO_S1	7	0	0	
40	SURTIDOR_2	ENTER	SURTIDOR_2	10	0	0	
41	19	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY2	10	0	0	
42	20	TRANSFER	0.8,TARJETA_S2,EFFECTIVO_S2	10	0	0	
43	SURTIDOR_3	ENTER	SURTIDOR_3	8	0	0	
44	22	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY2	8	1	0	
45	23	TRANSFER	0.8,TARJETA_S3,EFFECTIVO_S3	7	0	0	
46	SURTIDOR_4	ENTER	SURTIDOR_4	7	0	0	
47	25	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY2	7	1	0	
48	26	TRANSFER	0.8,TARJETA_S4,EFFECTIVO_S4	6	0	0	
49	SURTIDOR_5	ENTER	SURTIDOR_5	6	0	0	
50	28	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY2	6	0	0	
51	29	TRANSFER	0.8,TARJETA_S5,EFFECTIVO_S5	6	0	0	
52	SURTIDOR_6	ENTER	SURTIDOR_6	0	0	0	
53	31	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY2	0	0	0	
54	32	TRANSFER	0.8,TARJETA_S6,EFFECTIVO_S6	0	0	0	
55	SURTIDOR_7	ENTER	SURTIDOR_7	3	0	0	

56	34	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY2		3	0	0
57	35	TRANSFER	0.8,TARJETA_S7,EFFECTIVO_S7	3	0	0	
58	SURTIDOR_8	ENTER	SURTIDOR_8		4	0	0
59	37	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY2		4	0	0
60	38	TRANSFER	0.8,TARJETA_S8,EFFECTIVO_S8	4	0	0	
61	EFFECTIVO_S1	ADVANCE	FN\$FUNERLAND		5	0	0
62	40	LEAVE	SURTIDOR_1		5	0	0
63	41	TRANSFER	, SALIDA		5	0	0
64	TARJETA_S1	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY		2	0	0
65	43	LEAVE	SURTIDOR_1		2	0	0
66	44	TRANSFER	, SALIDA		2	0	0
67	EFFECTIVO_S2	ADVANCE	FN\$FUNERLAND		5	1	0
68	46	LEAVE	SURTIDOR_2		4	0	0
69	47	TRANSFER	, SALIDA	4	0	0	
70	TARJETA_S2	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY		5	0	0
71	49	LEAVE	SURTIDOR_2		5	0	0
72	50	TRANSFER	, SALIDA		5	0	0
73	EFFECTIVO_S3	ADVANCE	FN\$FUNERLAND		4	0	0
74	52	LEAVE	SURTIDOR_3		4	0	0
75	53	TRANSFER	, SALIDA		4	0	0
76	TARJETA_S3	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY		3	0	0
77	55	LEAVE	SURTIDOR_3		3	0	0
78	56	TRANSFER	, SALIDA	3	0	0	
79	EFFECTIVO_S4	ADVANCE	FN\$FUNERLAND		4	0	0
80	58	LEAVE	SURTIDOR_4		4	0	0
81	59	TRANSFER	, SALIDA		4	0	0
82	TARJETA_S4	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY		2	0	0
83	61	LEAVE	SURTIDOR_4		2	0	0

84	62	TRANSFER	, SALIDA	2	0	0
85	EFFECTIVO_S5	ADVANCE	FN\$FUNERLAND		4	0 0
86	64	LEAVE	SURTIDOR_5		4	0 0
87	65	TRANSFER	, SALIDA		4	0 0
88	TARJETA_S5	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY		2	1 0
89	67	LEAVE	SURTIDOR_5		1	0 0
90	68	TRANSFER	, SALIDA		1	0 0
91	EFFECTIVO_S6	ADVANCE	FN\$FUNERLAND		0	0 0
92	70	LEAVE	SURTIDOR_6		0	0 0
93	71	TRANSFER	, SALIDA	0	0	0
94	TARJETA_S6	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY		0	0 0
95	73	LEAVE	SURTIDOR_6		0	0 0
96	74	TRANSFER	, SALIDA		0	0 0
97	EFFECTIVO_S7	ADVANCE	FN\$FUNERLAND		3	0 0
98	76	LEAVE	SURTIDOR_7		3	0 0
99	77	TRANSFER	, SALIDA	3	0	0
100	TARJETA_S7	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY		0	0 0
101	79	LEAVE	SURTIDOR_7		0	0 0
102	80	TRANSFER	, SALIDA		0	0 0
103	EFFECTIVO_S8	ADVANCE	FN\$FUNERLAND	3	0	0
104	82	LEAVE	SURTIDOR_8		3	0 0
105	83	TRANSFER	, SALIDA		3	0 0
106	TARJETA_S8	ADVANCE	FN\$FUNWAKEBY		1	0 0
107	85	LEAVE	SURTIDOR_8	1	0	0
108	86	TRANSFER	, SALIDA		1	0 0
109	SALIDA	TABULATE	TIEMPO_TOTAL		99	0 0
110	88	TERMINATE			99	0 0
111	89	GENERATE	3600		2	0 0

```
112    90                TERMINATE 1                1    0    0
```

## Colas

```
QUEUE MAX    CONT. ENTRIES ENTRIES(0)  AVE.CONT. AVE.TIME  AVE.(-0)
RETRY

COLA_ESTACION  7    2  108            0        2.606        86.870        86.870        0
```

## Storages

```
STORAGE CAP.  REMAIN.  MIN.  MAX.  ENTRIES  AVL.  AVE.C.  UTIL.  RETRY
DELAY

SURTIDOR_8    1    1    0    1    4    1    0.313  0.313  0    0
SURTIDOR_7    1    1    0    1    3    1    0.288  0.288  0    0
SURTIDOR_6    1    1    0    0    0    1    0.000  0.000  0    0
SURTIDOR_5    1    0    0    1    6    1    0.446  0.446  0    0
SURTIDOR_4    1    0    0    1    7    1    0.787  0.787  0    0
SURTIDOR_3    1    0    0    1    8    1    0.673  0.673  0    0
SURTIDOR_2    1    0    0    1   10    1    0.848  0.848  0    0
SURTIDOR_1    1    1    0    1    7    1    0.645  0.645  0    0
```

## Tablas

```
TIEMPO_GAMMA      TABLE      FN$FUNGAMMA,1,5,20  ; GENERAMOS
LA TABLA CON LOS TIEMPOS DE LLEGADA ASOCIADOS A LA DIST. GAMMA
(TIEMPO,X.INF.,ANCHO INTERVALO,BARRAS)
```

```
MEDIA                :    41.379
DESVIACION ESTANDAR  :    46.450
CANTIDAD EN RETRY    :    0
```

```
INTERVALO    FRECUENCIA    %    %ACUMULADO    %REMANENTE
```

0	-	1	11	10.185	10.185	89.815
2	-	6	12	11.111	21.296	78.704
7	-	11	10	9.259	30.556	69.444
12	-	16	12	11.111	41.667	58.333
17	-	21	7	6.481	48.148	51.852
22	-	26	3	2.778	50.926	49.074
27	-	31	7	6.481	57.407	42.593
32	-	36	6	5.556	62.963	37.037
37	-	41	3	2.778	65.741	34.259
42	-	46	3	2.778	68.519	31.481
47	-	51	5	4.630	73.148	26.852
52	-	56	0	0.000	73.148	26.852
57	-	61	2	1.852	75.000	25.000
62	-	66	4	3.704	78.704	21.296
67	-	71	3	2.778	81.481	18.519
72	-	76	1	0.926	82.407	17.593
77	-	81	0	0.000	82.407	17.593
82	-	86	1	0.926	83.333	16.667
87	-	91	2	1.852	85.185	14.815
>	a	91	16	14.815	100.000	0.000

MEDIA OVERFLOW : 133.625

DESVIACION ESTANDAR OVERFLOW : 36.856

CANTIDAD DE VALORES TABULADOS : 108

VALOR MAXIMO TABULADO : 222.000

```

TIEMPO_TOTAL      TABLE      M3,1,5,20      ; GENERAMOS
LA TABLA CON EL TIEMPO TOTAL EN SISTEMA (TIEMPO , X.INF. , ANCHO
INTERVALO , BARRAS)

```

MEDIA : 293.080

DESVIACION ESTANDAR : 359.672

CANTIDAD EN RETRY : 0

INTERVALO			FRECUENCIA		%	%ACUMULADO	%REMANENTE
0	-	1	2	2.020	2.020	97.980	
2	-	6	1	1.010	3.030	96.970	
7	-	11	3	3.030	6.061	93.939	
12	-	16	13	13.131	19.192	80.808	
17	-	21	3	3.030	22.222	77.778	
22	-	26	2	2.020	24.242	75.758	
27	-	31	4	4.040	28.283	71.717	
32	-	36	2	2.020	30.303	69.697	
37	-	41	4	4.040	34.343	65.657	
42	-	46	2	2.020	36.364	63.636	
47	-	51	0	0.000	36.364	63.636	
52	-	56	3	3.030	39.394	60.606	
57	-	61	1	1.010	40.404	59.596	
62	-	66	2	2.020	42.424	57.576	
67	-	71	4	4.040	46.465	53.535	
72	-	76	0	0.000	46.465	53.535	
77	-	81	2	2.020	48.485	51.515	
82	-	86	0	0.000	48.485	51.515	
87	-	91	0	0.000	48.485	51.515	
>	a	91	51	51.515	100.000	0.000	

MEDIA OVERFLOW : 538.862

DESVIACION ESTANDAR OVERFLOW : 354.960

CANTIDAD DE VALORES TABULADOS : 99

VALOR MAXIMO TABULADO : 1847.000

TIEMPO\_LLEGADA TABLE M2,0,1,1 ; GENERAMOS  
LA TABLA CON LOS TIEMPOS DE LLEGADA (TIEMPO , X.INF. , ANCHO INTERVALO  
, BARRAS)

MEDIA : 0.000

DESVIACION ESTANDAR : 0.000

CANTIDAD EN RETRY : 0

INTERVALO	FRECUENCIA	%	%ACUMULADO	%REMANENTE
0 - 0 0	0.000	0.000	100.000	

CANTIDAD DE VALORES TABULADOS : 0

VALOR MÁXIMO TABULADO : 0.000

TIEMPO\_COLA TABLE M1,1,5,20 ; GENERAMOS  
LA TABLA CON LOS TIEMPOS EN COLA (TIEMPOS,X.INF.,ANCHO  
INTERVALO,BARRAS)

MEDIA : 85.433

DESVIACION ESTANDAR : 211.751

CANTIDAD EN RETRY : 0

INTERVALO	FRECUENCIA	%	%ACUMULADO	%REMANENTE
0 - 1 2	1.887	1.887	98.113	



2 - 6	3	2.830	4.717	95.283
7 - 11	7	6.604	11.321	88.679
12 - 16	18	16.981	28.302	71.698
17 - 21	10	9.434	37.736	62.264
22 - 26	7	6.604	44.340	55.660
27 - 31	4	3.774	48.113	51.887
32 - 36	6	5.660	53.774	46.226
37 - 41	7	6.604	60.377	39.623
42 - 46	3	2.830	63.208	36.792
47 - 51	1	0.943	64.151	35.849
52 - 56	6	5.660	69.811	30.189
57 - 61	2	1.887	71.698	28.302
62 - 66	4	3.774	75.472	24.528
67 - 71	4	3.774	79.245	20.755
72 - 76	2	1.887	81.132	18.868
77 - 81	2	1.887	83.019	16.981
82 - 86	0	0.000	83.019	16.981
87 - 91	0	0.000	83.019	16.981
> a 91	18	16.981	100.000	0.000

MEDIA OVERFLOW : 350.277

DESVIACION ESTANDAR OVERFLOW : 430.370

CANTIDAD DE VALORES TABULADOS : 106

VALOR MAXIMO TABULADO : 1847.000

### **Cadena de Eventos Futuros (FEC)**

FEC_XACT_NUMBER	PRI	BDT	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
-----------------	-----	-----	---------	------	-----------	-------

98	0	3606	45	46
110	0	3619	0	1
106	0	3630	66	67
100	0	3653	22	23
109	0	3736	4	5
73	0	3858	25	26
99	0	3889	4	5
111	0	7200	0	89

## Tiempo Total en el Sistema (Simulado)

### Referencias

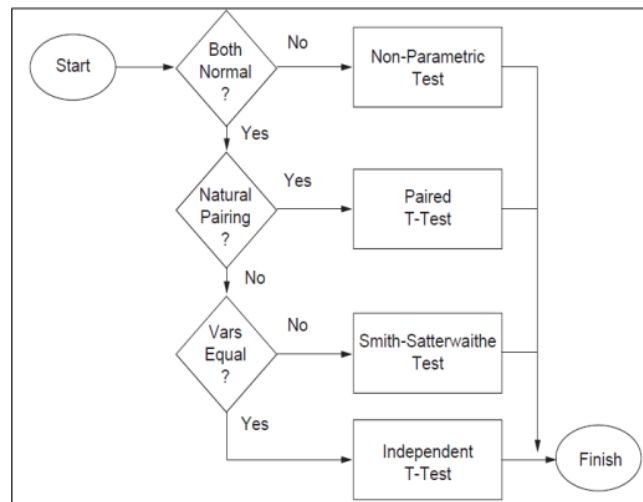
- ❖ Orden: *orden de salida del modelo*
- ❖ Ejecución: *tiempo total en el sistema resultado del modelo*

Orden	Ejecución	Orden	Ejecución	Orden	Ejecución
1	308.902	11	334.849	21	387.608
2	277.112	12	203.063	22	269.246
3	226.955	13	253.144	23	364.544
4	289.453	14	302.093	24	345.788
5	295.482	15	244.351	25	274.103
6	297.435	16	253.178	26	310.776
7	290.88	17	325.459	27	424.674
8	256.798	18	289.602	28	338.408
9	289.714	19	304.894	29	276.374
10	254.214	20	403.441	30	302.18

## 6) Validar el modelo:

**Aplicar los diferentes test utilizando los datos de salida recolectados del sistema para asegurar que el modelo es correcto. Explicar detalladamente el proceso seguido durante la validación.**

Para realizar la Validación del Modelo nos basamos en el siguiente Diagrama de Flujo en el cual se aplican diversos test estadísticos.



Para comenzar con la validación, lo primero que hicimos fue verificar que tanto los datos del modelo como los del sistema se comportan siguiendo la distribución Normal, para eso en nuestro caso aplicamos el test Kolmogorov Smirnov y verificamos que ambos conjuntos de datos se comportan siguiendo esta distribución. A continuación se muestran las tablas obtenidas, con sus comprobaciones:

### **TEST KS - DATOS DEL SISTEMA**

#### **Referencias**

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1 + \log_2(N)$  ( $n$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ POA: probabilidad observada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ ) acumulada
- ❖ PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ ) acumulada
- ❖  $|PEA - POA|$ : valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA
- ❖ Distancia( $|PEA - POA|$ ): máximo valor calculado en  $|PEA - POA|$
- ❖ Valor crítico tabla:  $1.36/\sqrt{n}$  ( $n$  = cantidad de datos)

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA- POA
1	53.00	215.00	8	0.0833	12	0.12680	0.08	0.13	0.04
2	215.00	377.00	43	0.4479	30	0.31147	0.53	0.44	0.09
3	377.00	539.00	32	0.3333	32	0.33785	0.86	0.78	0.09
4	539.00	701.00	10	0.1042	16	0.16190	0.97	0.94	0.03
5	701.00	863.00	1	0.0104	3	0.03415	0.98	0.97	0.01
6	863.00	1025.00	1	0.0104	0	0.00314	0.99	0.98	0.01
7	1025.00	1187.00	0	0.0000	0	0.00012	0.99	0.98	0.01
8	1187.00	1349.00	1	0.0104	0	0.000002	1.00	0.98	0.02
									0.09

TEST KS (Criterio de Igual Ancho)	
Distancia ( PEA-POA )	0.09
Valor crítico Tabla	0.139
Los datos se comportan como la distribución Normal	

### TEST KS - DATOS MODELO

#### Referencias

- ❖ Clase: la cantidad de clases se calcula como  $1+\log(N,2)$  ( $n$  = cantidad de datos)
- ❖ Xmin: Extremo izquierdo del intervalo
- ❖ Xmax: Extremo derecho del intervalo
- ❖ O: cantidad de valores observados dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PO: probabilidad observada dentro del intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ E: cantidad de valores siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ PE: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ )
- ❖ POA: probabilidad observada en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ ) acumulada
- ❖ PEA: probabilidad siguiendo la distribución seleccionada. en el intervalo ( $x_{min}-x_{max}$ ) acumulada
- ❖ |PEA - POA|: valor absoluto de la diferencia entre POA y PEA
- ❖ Distancia(|PEA - POA|): máximo valor calculado en |PEA - POA|
- ❖ Valor crítico tabla:  $1.36/\sqrt{n}$  ( $n$  = cantidad de datos)

Clase	XMin	XMax	O	PO	E	PE	POA	PEA	PEA- POA
1	203.06	240.00	2	0.0667	3	0.09	0.07	0.09	0.02
2	240.00	276.93	8	0.2667	6	0.21	0.33	0.30	0.04
3	276.93	313.87	12	0.4000	9	0.29	0.73	0.58	0.15
4	313.87	350.80	4	0.1333	7	0.23	0.87	0.82	0.05

5	350.80	387.74	2	0.0667	3	0.11	0.93	0.93	0.00
6	387.74	424.67	2	0.0667	1	0.03	1.00	0.97	0.03
									0.15

TEST KS (Criterio de Igual Ancho)	
Distancia ( PEA-POA )	0.15
Valor crítico Tabla	0.248
Los datos se comportan como la distribución Normal	

Una vez comprobado esto, continuamos con las comprobaciones a través del Test de Varianza (Test - F) el cual nos arrojó como resultado que los datos no pasaban la prueba en relación al test aplicado. Se muestran los resultados obtenidos a continuación:

## Referencias

- ❖ *Varianza Sistema: varianza del conjunto de datos recolectados del sistema*
- ❖ *Varianza Modelo: varianza de los datos generados a partir del modelo*
- ❖ *Alfa/2:  $0.05/2 = 0,025$*
- ❖ *División entre Varianzas: división entre la varianza del sistema con la varianza del modelo*
- ❖ *F: valor crítico de f calculado a partir de alfa/2 y la cantidad de valores de los dos conjuntos como grados de libertad del numerador y el denominador*

Varianza Sistema	29868.897
Varianza Modelo	2519.315
Alfa/2	0.025
División entre varianzas	11.856
F	1.885
Los datos no pasa el test F	

Al obtener el resultado de que las varianzas no son semejantes, procedimos como lo indica el Diagrama de Flujo a realizar el Test de Smith - Satterwaithe, obteniendo como resultado que el modelo se *Valida* correctamente. A continuación se muestran las fórmulas utilizadas junto con los resultados obtenidos.

$$d.f. = \frac{[s_1^2 / n_1 + s_2^2 / n_2]^2}{[s_1^2 / n_1]^2 / (n_1 - 1) + [s_2^2 / n_2]^2 / (n_2 - 1)}$$

*\*Grados de Libertad (d.f). Para este test (S-S) se tomó que los valores con el subíndice 1 corresponde a los datos del sistema y los del subíndice 2 corresponde a los datos del modelo\**

En cuanto a la primer parte del test, calculamos los grados de libertad, previo a ello obtuvimos los siguientes valores:

## Referencias

- ❖  $s_1$ : *varianza del primer conjunto*
- ❖  $s_2$ : *varianza del segundo conjunto*
- ❖  $n_1$ : *cantidad de valores del primer conjunto*
- ❖  $n_2$ : *cantidad de valores del segundo conjunto*
- ❖  $s_1^2$ : *varianza del primer conjunto al cuadrado*
- ❖  $s_2^2$ : *varianza del segundo conjunto al cuadrado*

$s_1$	29868.89
$s_2$	2519.31
$n_1$	96
$n_2$	30
$s_1^2$	892151023.50
$s_2^2$	6346949.83

Con estos valores, reemplazamos en la fórmula previamente mostrada obteniendo que el total de grados de libertad es de 99.20, redondeando el mismo a 99.

Para la segunda parte del Test continuamos con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

## **Referencias**

- ❖  $\bar{x}_1$ : *promedio de los valores del primer conjunto*
- ❖  $\bar{x}_2$ : *promedio de los valores del segundo conjunto*

$\bar{x}_1$	393.1354167
$\bar{x}_2$	299.824

Luego de reemplazar los valores mostrados en las tablas, obtuvimos que el coeficiente t daba un total de: 0.03.

Para finalizar y de esta manera poder obtener el resultado final, debimos obtener el valor crítico de t, el cual nos arrojó como resultado un total de: 1,98.

Con estos dos valores, comprobamos que el valor del coeficiente de t se encontraba tanto entre el valor crítico de t positivo, como del valor de t negativo ( $-t_{\text{crítico}} < t < t_{\text{crítico}} \Rightarrow -1.98 < 0.03 < 1.98$ ), **validando** así el comportamiento del modelo.

## Referencias

- ❖ *T: valor crítico t, se obtiene con los promedios y las varianzas de los conjuntos*
- ❖ *Rango de Aceptación: se obtiene con alfa y con los grados de libertad*

T	0.03
Rango de Aceptación	1.98
	-1.98
Los datos pasan el test de Smith - Satterwaithe	

*\*Como resultado del test S-S, podemos observar que el modelo se comporta como el sistema.*

## 7) Diseño de experimentos:

**Realizar una clasificación de los diferentes tipos de diseño de experimentos y definir el que se va a utilizar en el estudio de simulación para experimentar con el modelo: justificar el tipo de diseño experimental seleccionado y las diferentes alternativas que se van a evaluar (indicar los factores y niveles utilizados).**

Para la implementación de los experimentos vamos a seleccionar una combinación de FACTORES y NIVELES.

El Factor está relacionado con las variables del sistema, en nuestro caso seleccionamos 2 factores: Cantidad de Cliente, Cantidad de Surtidores y Medio de Pago.

Por otro lado los Niveles están asociados a las combinaciones de dichos factores.

En nuestro caso tendríamos 8 Niveles.

- **Nivel 1:** Sistema original (alternativa 1)
- **Nivel 2:** Sistema original, sin el surtidor N°6 (alternativa 2)
- **Nivel 3:** Sistema original con un 50% pago efectivo y 50% pago tarjeta (alternativa 3)
- **Nivel 4:** Sistema original, sin el surtidor N°6, con un 50% pago efectivo y 50% pago tarjeta (alternativa 4)
- **Nivel 5:** Sistema original con doble concurrencia de clientes (alternativa 5)
- **Nivel 6:** Sistema original con doble concurrencia de clientes, sin el surtidor N°6 (alternativa 6)
- **Nivel 7:** Sistema original con doble concurrencia de clientes con un 50% pago efectivo y 50% pago tarjeta (alternativa 7)

- **Nivel 8:** Sistema original con doble concurrencia de clientes, sin el surtidor N°6, con un 50% pago efectivo y 50% pago tarjeta (alternativa 8)

Luego se compararán los resultados del tiempo total en el sistema de las 8 Alternativas.

*\*Aclaración: el código GPSS de las 8 alternativas está adjuntado\**

## 8) Análisis de réplicas:

**Determinar la cantidad de corridas de simulación que se deben realizar para garantizar un cierto error fijado como objetivo. Indicar el error seleccionado y transcribir los resultados de las réplicas a utilizar para el análisis.**

Para el análisis de las réplicas realizamos múltiples corridas para cada alternativa tomando el tiempo total en el sistema, generando así un total de 10 corridas por cada alternativa.

Corrida	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5	Alternativa 6	Alternativa 7	Alternativa 8
1	308.902	306.135	362.31	318.85	341.95	339.94	433.71	321.33
2	277.112	282.83	238.96	265.2	337.8	390.81	269.07	407.38
3	226.955	209.5	394.22	404.55	417.86	328.02	418.99	323.95
4	289.453	375.194	346.5	308.38	391.55	278.01	370.16	412.57
5	295.482	206.211	264.69	294.67	339.74	407.94	326.94	332.01
6	297.435	312.029	221.75	206.29	396.13	340.04	372.29	400.61
7	290.88	237.105	222.7	401.21	345.09	361.5	400.06	424.24
8	256.798	276.87	247.2	261.73	325.27	345.21	376.52	322.16
9	289.714	207.307	299.63	358.22	359.42	333.28	304.91	451.49
10	254.214	224.66	259.87	213.96	311.92	412.39	337.9	342.79

Una vez ejecutadas las corridas calculamos las corridas óptimas para reducir el error en un 10%.

## Referencias

- ❖ *Media (Seg):* Representa el tiempo promedio de una corrida.
- ❖ *Alfa:* Representa un nivel de significancia seleccionado arbitrariamente (0.05) asociado a una probabilidad del 95%.
- ❖ *GL:* Grados de Libertad de nuestro sistema.
- ❖ *s =* Desviación Estándar.
- ❖ *n =* Cantidad de Corridas.



- ❖ *T*: Representa el valor de la distribución *T* con 2 colas, asociado a un nivel de significancia y grados de libertad determinados.
- ❖ *Error Estándar*: Representa el error típico con el número de corridas actuales.
- ❖ *Error con mejora*: Representa la optimización del 10% respecto de las corridas previas.
- ❖ *Número Óptimo*: Representa la cantidad de corridas extras que se deben realizar para reducir dicho error.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5	Alternativa 6	Alternativa 7	Alternativa 8
<b>Media</b>	278.69	263.78	285.78	303.31	356.67	353.71	361.06	373.85
<b>Desviación</b>	25.14	56.53	61.80	69.74	34.17	40.93	51.55	50.05
<b>N</b>	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>T</b>	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
<b>Error estándar</b>	17.99	40.44	44.21	49.89	24.44	29.28	36.88	35.80
<b>Error con mejora</b>	16.19	36.40	39.79	44.90	22.00	26.35	33.19	32.22
<b>Corridas óptimas</b>	12.346	12.346	12.346	12.346	12.346	12.346	12.346	12.346

Una vez encontrado el valor de corridas óptimo, calculamos las 3 corridas restantes, quedando en un total de 13 corridas:

Corrida	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5	Alternativa 6	Alternativa 7	Alternativa 8
1	308.902	306.135	362.31	318.85	341.95	339.94	433.71	321.33
2	277.112	282.83	238.96	265.2	337.8	390.81	269.07	407.38
3	226.955	209.5	394.22	404.55	417.86	328.02	418.99	323.95
4	289.453	375.194	346.5	308.38	391.55	278.01	370.16	412.57
5	295.482	206.211	264.69	294.67	339.74	407.94	326.94	332.01
6	297.435	312.029	221.75	206.29	396.13	340.04	372.29	400.61
7	290.88	237.105	222.7	401.21	345.09	361.5	400.06	424.24
8	256.798	276.87	247.2	261.73	325.27	345.21	376.52	322.16
9	289.714	207.307	299.63	358.22	359.42	333.28	304.91	451.49
10	254.214	224.66	259.87	213.96	311.92	412.39	337.9	342.79
<b>Corridas extras</b>								
11	334.849	293.7	229.04	258.45	441.8	349.4	329.87	495.71
12	203.063	282.27	380.41	293.98	334.65	361.26	397.3	320.15
13	253.144	231.65	285.27	298.78	467.7	380	344.97	317.4

## 9) Analizar los datos de salida:

Aplicar el test más adecuado para determinar el comportamiento de las alternativas evaluadas. Explicar cada paso seguido en el proceso de analizar los datos.

TS = TIEMPO SISTEMA

	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5		Alternativa 6		Alternativa 7		Alternativa 8	
Corridas	T.S.	$(x - \bar{x})^2$	T.S.	$(x - \bar{x})^2$	T.S.	$(x - \bar{x})^2$	T.S.	$(x - \bar{x})^2$	T.S.	$(x - \bar{x})^2$	T.S.	$(x - \bar{x})^2$	T.S.	$(x - \bar{x})^2$	T.S.	$(x - \bar{x})^2$
1	308.9	54.4	306.1	102.9	362.3	2118	318.8	6.5	341.9	658.8	339.9	559.7	433.7	13789	321.3	25.4
2	277.1	1534	282.8	1119	238.9	5978	265.2	2609	337.8	463	390.8	5554	269	2228	407.3	8298
3	226.9	7979	209.5	11402	394.2	6074	404.5	7791	417.8	10318	328	137.7	418.9	10548	323.9	58.79
4	289.4	719.7	375.1	3470.6	346.5	913.13	308.3	62.4	391.5	5665	278	1464.7	370.1	2902.8	412.5	9271.4
5	295.4	432.6	206.2	12115.6	264.6	2661.7	294.6	467.07	339.7	550.28	407.9	8401.2	326.9	113.595	332.0	247.37
6	297.4	355.20	312.0	18.087	221.7	8936.2	206.2	12098	396.1	6375.7	340	564.44	372.2	3136.9	400.6	7111.23
7	290.8	645.25	237.1	6268.9	222.7	8757.5	401.2	7212.7	345	829.9	361.5	2044	400	7018.7	424.2	11654.9
8	256.7	3538.3	276.8	1553.2	247.2	4772.3	261.7	2975.9	325.2	80.786	345.2	836.83	376.5	3628.6	322.1	34.552
9	289.7	705.85	207.3	11875.5	299.6	277.2	358.2	1758.8	359.4	1860.8	333.2	288.93	304.9	129.31	451.4	18281
10	254.2	3852.4	224.6	8394.5	259.8	3182.3	213.9	10469	311.9	19	412.3	9236.7	337.9	467.3	342.7	702.67
11	334.8	344.7	293.7	509.94	229	7611.1	258.4	3344.5	441.8	15754.	349.4	1096.8	329.8	184.63	495.7	32194.
12	203.0	12818.	282.2	1156.80	380.4	4112.4	293.9	497.37	334.6	337.38	361.2	2023.0	397.3	6563.9	320.1	14.962
13	253.1	3986.3	231.6	7162.5	285.2	961.73	298.7	306.31	467.7	22927.	380	4059.9	344.9	823.00	317.4	1.2501
Promedio	275.2		265.0		288.6		298.7		370.0		355.9		360.2		374.7	

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5	Alternativa 6	Alternativa 7	Alternativa 8
(Prom - Prom(Proms))^2	1685.18	2626.19	763.09	305.96	2892.91	1576.30	1929.40	3418.87

Promedio de Promedios	316.2818901
-----------------------	-------------

SST	449619.89
SSB	197573.40
SSW	252046.41
MSB	28224.7
MSW	2625.48
F	10.75
Alfa	0.05
Grados de libertad Numerador	7
Grados de libertad Denominador	96

F Crítico	2.10
-----------	------

Como resultado obtenemos que el F es mayor que el F crítico, evidenciando que al menos una de las alternativas es estadísticamente diferente a las otras, aplicamos el test de Duncan para identificar cuál/cuáles alternativa es diferente a las demás.

Para cada alternativa calculamos la cantidad de corridas, le asignamos una letra, un número y le calculamos el promedio de las corridas

Réplicas de Cada Alternativa (ni)	13	13	13	13	13	13	13	13
Alternativas (k)	A	B	C	D	E	F	G	H
N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempos promedios de espera (xi)	275.23	265.03	288.65	298.79	370.06	355.98	360.2	374.75

Calculamos los grados de libertad (sum(ni)-cantidad de alternativas)

Cantidad de Réplicas (n compensado)	13
Grados de Libertad (N-k)	96
Nivel de Significancia (alfa)	0.05

Ordenamos los promedios de las alternativas de forma ascendente, es decir, de menor a mayor. Quedando de la siguiente forma:

Alternativas Ordenadas	B	A	C	D	F	G	E	H
Tiempo Promedio de espera (xi)	265.03	275.23	288.65	298.79	355.98	360.2	370.06	374.75

Calculamos la estadística descriptiva de los promedios de las corridas de todas las alternativas.

<b>Estadística Descriptiva de los Promedios</b>	
Mean	323.586
Standard Error	16.240
Median	327.385
Mode	374.750
Standard Deviation	45.935
Sample Variance	2110.002
Kurtosis	-2.320
Skewness	-0.107
Range	109.720
Minimum	265.030
Maximum	374.750
Sum	2588.690
Count	8
Largest(1)	374.750
Smallest(1)	265.030
Confidence Level(95%)	38.402

Tomamos el error típico de la estadística descriptiva y calculamos  $S_x$  como el error crítico dividido la raíz de la cantidad de corridas totales.

Error típico	16.240
Varianza = $S_x = \text{error típico}/(\text{Raiz}(\text{MSE}/n))$	4.504

Con la tabla de Duncan se asignan los coeficientes de cada adyacencia tomando los grados de libertad.

Tamaño de las Medias Adyacentes	p	2	3	4	5	6	7	8
Coeficiente de Duncan para 96 Grados de Libertad	r	2.814	2.961	3.059	3.13	3.185	3.229	3.266

Rp	12.675	13.337	13.779	14.098	14.346	14.544	14.711
----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Para cada una de las adyacencias se calcula el valor absoluto de la diferencia y se lo compara con el RP para cada nivel de adyacencia con el objetivo de evidenciar si se comporta igual o no, como resultado obtuvimos:

			Valor abs de la diferencia	Resultado
Adyacente 8	B con	H	109.72	NO se comportan Iguales

Adyacente 7	B con	E	105.03	NO se comportan Iguales
Adyacente 7	A con	H	99.52	NO se comportan Iguales

Adyacente 6	B con	G	95.17	NO se comportan Iguales
Adyacente 6	A con	E	94.83	NO se comportan Iguales
Adyacente 6	C con	H	86.1	NO se comportan Iguales

Adyacente 5	B con	F	90.95	NO se comportan Iguales
Adyacente 5	A con	G	84.97	NO se comportan Iguales
Adyacente 5	C con	E	81.41	NO se comportan Iguales
Adyacente 5	D con	H	75.960	NO se comportan Iguales

Adyacente 4	B con	D	33.76	NO se comportan Iguales
Adyacente 4	A con	F	80.75	NO se comportan Iguales
Adyacente 4	C con	G	71.55	NO se comportan Iguales
Adyacente 4	D con	E	71.27	NO se comportan Iguales
Adyacente 4	F con	H	18.77	NO se comportan Iguales

Adyacente 3	B con	C	23.62	NO se comportan Iguales
Adyacente 3	A con	D	23.56	NO se comportan Iguales
Adyacente 3	C con	F	67.33	NO se comportan Iguales
Adyacente 3	D con	G	61.41	NO se comportan Iguales
Adyacente 3	F con	E	14.08	NO se comportan Iguales
Adyacente 3	G con	H	14.55	NO se comportan Iguales

Adyacente 2	B con	A	10.2	Se comportan Iguales
Adyacente 2	A con	C	13.42	NO se comportan Iguales
Adyacente 2	C con	D	10.14	Se comportan Iguales

Adyacente 2	D con	F	57.19	NO se comportan Iguales
Adyacente 2	F con	G	4.22	Se comportan Iguales
Adyacente 2	G con	E	9.86	Se comportan Iguales
Adyacente 2	E con	H	4.69	Se comportan Iguales

## 10) Formular conclusiones

**A partir de los resultados obtenidos de manera que estén en relación con los objetivos planteados.**

Sin Surtidor 6	respecto a	Sistema Original	Se comportan Iguales
Pago Diferenciado	respecto a	Sin Surtidor 6 y con Pago Diferenciado	Se comportan Iguales
Doble Concurrencia Sin Surtidor 6	respecto a	Doble Concurrencia con Pago Diferenciado	Se comportan Iguales
Doble Concurrencia con Pago Diferenciado	respecto a	Doble Concurrencia	Se comportan Iguales
Doble Concurrencia	respecto a	Doble Concurrencia, Sin Surtidor 6 y con Pago Diferenciado	Se comportan Iguales

Como primera conclusión podemos observar que no existe una diferencia en la acción de remover el surtidor N°6 el cual contaba con escaso uso, ya que como muestran los resultados, tanto con pago diferenciado como con el sistema original o con doble de concurrencia, el hecho de tener o no el surtidor N°6 no influye en el tiempo total en el sistema.

Por lo que para aliviar gastos de mantenimiento se puede llegar a considerar la supresión de dicho surtidor sin que este afecte el funcionamiento regular del sistema.

Por otro lado, el tener el doble de concurrencia de clientes afecta tanto al sistema, el cual al estar tan congestionado, no llega a poseer relevancia la diferencia entre realizar el pago en Efectivo como con Tarjeta o Mercado Pago.

Si adquiere relevancia la selección del medio de pago cuando se tiene una concurrencia regular del sistema, en el cual abonar con Efectivo produce un tiempo en el sistema mucho menor que hacerlo por otros medios. Por lo que incentivar el realizar el pago por este medio beneficiaría al tiempo total en el sistema.

Dado dicho inconveniente asociado a tener el doble de concurrencia, se puede llegar a considerar estrategias para incentivar el uso de surtidores menos concurridos (como por ejemplo el Surtidor N°6). O de distribuir los clientes de manera más equitativa entre los surtidores, para no incurrir en

sobrecargas de los mismos, desgastes de equipos, o mantenimiento extra, de manera innecesaria y/o evitable.