

# Laboratorio 2

Aplicación de WinQSB en problema de Colas

Integrantes: Rafael Ignacio Morales Venegas  
Profesor: Santiago Enrique Zapata Cáceres  
Fecha de realización: 13 de junio de 2022  
Fecha de entrega: 06 de Junio de 2022  
Santiago de Chile

# Índice de Contenidos

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Problema 1 . . . . .	1
1.2. Problema 2 . . . . .	2
<b>2. Simulación del problema</b>	<b>3</b>
2.1. Simulación del problema uno . . . . .	3
2.2. Simulación del problema dos . . . . .	8
<b>3. Conclusión</b>	<b>12</b>
<b>Referencias</b>	<b>12</b>

# Índice de Figuras

1. Enunciado del problema encontrado en el capítulo 13 del libro Análisis cuantitativo con WinQSB [1] . . . . .	1
2. (P1) Generación de una nueva simulación de un sistema de colas. . . . .	3
3. (P1) Descripción de cada tipo de componente . . . . .	4
4. (P1) Tabla de descripción del comportamiento del sistema . . . . .	4
5. (P1) Menú de generación de simulación . . . . .	5
6. (P1) Análisis de clientes . . . . .	6
7. (P1) Análisis de servidores . . . . .	6
8. (P1) Análisis de cola . . . . .	7
9. (P2) Generación de una nueva simulación de un sistema de colas. . . . .	8
10. (P2) Descripción de cada tipo de componente . . . . .	9
11. (P2) Tabla de descripción del comportamiento del sistema . . . . .	9
12. (P2) Menú de generación de simulación . . . . .	10
13. (P2) Ejecución de la simulación . . . . .	10
14. (P2) Análisis de clientes . . . . .	11
15. (P2) Análisis de servidores . . . . .	11
16. (P2) Análisis de cola . . . . .	11

# 1. Introducción

La tarea de simular un sistema consiste en, a través del uso del azar y la probabilidad, utilizar un modelo del sistema para la predicción del comportamiento de este mismo. Esto permite un análisis profundo de un sistema sin tener que producir su comportamiento, sino únicamente reproducirlo en un ambiente controlado, con lo que podemos predecir desempeño de este sistema, casos críticos, y otros factores de interés para el mismo.

En el caso a mano, se nos presentan dos tipos de sistemas similares, basados en colas de atención para clientes/usuarios. A través de una simulación de estos, podemos predecir el comportamiento de la atención de ambos sistemas, y sacar conclusiones del desempeño del mismo, e incluso ayudar en la toma de decisiones respecto a este sistema.

Para ambos problemas, se utilizará WinQSB para la simulación de estos.

## 1.1. Problema 1

Este problema es encontrado en el libro Análisis cuantitativo con WinQSB [1]. Podemos encontrar un enunciado en el capítulo 13 del mismo.

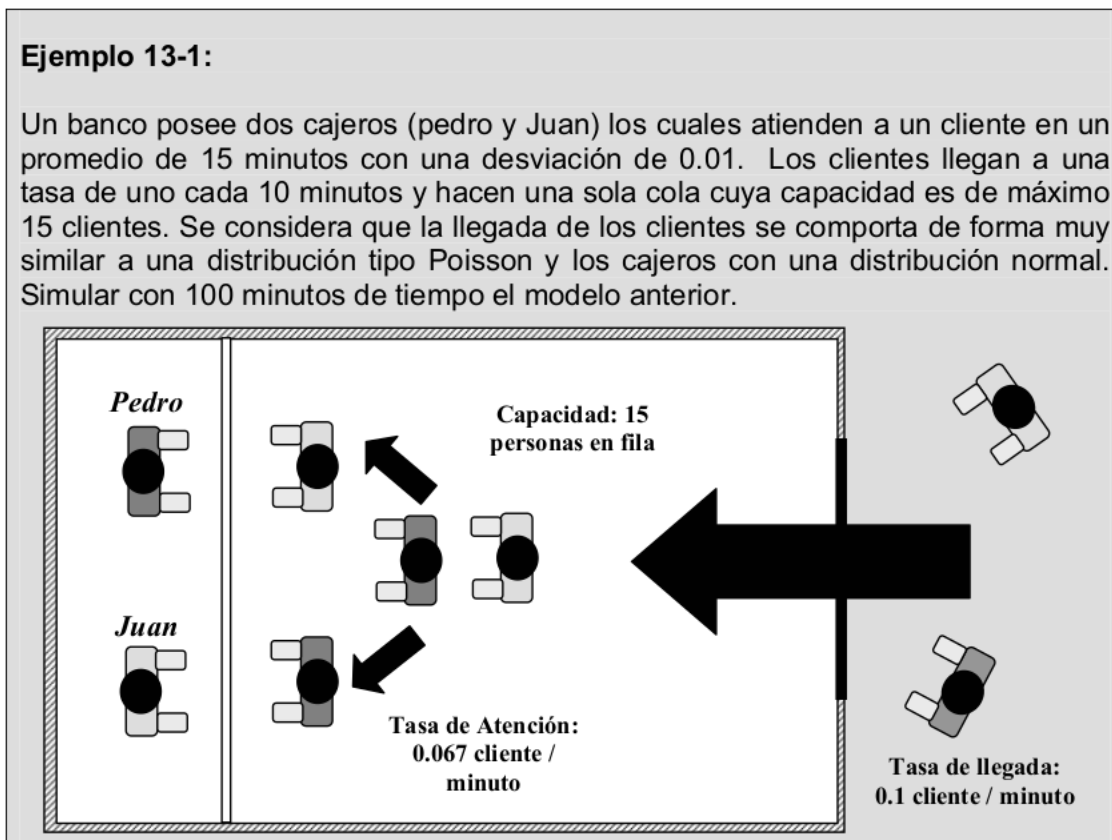


Figura 1: Enunciado del problema encontrado en el capítulo 13 del libro Análisis cuantitativo con WinQSB [1]

## 1.2. Problema 2

El segundo problema se encuentra en los requerimientos para este informe. A continuación se presenta con una transcripción del mismo:

Una sala de cine posee dos cajas, que atienden a un cliente en un promedio de 17 minutos con una desviación de 0.012. Los clientes llegan a una tasa de uno cada 14 minutos y hacen una sola cola con capacidad máxima de 16 clientes y disciplina FIFO.

Considere que la llegada de los clientes se comporta similar a una distribución tipo Poisson y los cajeros con una distribución normal.

Se pide:

- Simular 150 minutos con una semilla Random igual a los primeros 5 dígitos del Rut del alumno (Por ejemplo, Rut 22.167.744-7, semilla es 22167)
- Mostrar los resultados e interpretación de cada uno de los resultados que se muestran en los cuadros:
  - Show Customer Analysis
  - Show Server Analysis
  - Show Queue Analysis

## 2. Simulación del problema

Ambos problemas son similares en el sentido de que son problemas de simulación de colas de atención, por lo que el software de WinQSB que se utilizará será, precisamente, Queuing System Simulator (Simulador de sistemas de colas).

### 2.1. Simulación del problema uno

Según la especificaciones del problema, podemos detectar un total de 4 componentes: El cajero 1, El cajero 2, Los clientes y la Cola. Por lo mismo, nuestra generación del problema dentro del software verá reflejado esto:

**Problem Specification**

To define a queuing system, four system components are considered: customer arriving populations such as different type of materials or different age groups, servers such as machines or clerks, queues for buffer storages or waiting lines, or garbage collectors for defectives.

**Problem Title:** Laboratorio 2

**Number of System Components:** 4

**Time Unit:** hour

**Data Entry Format**

☒ Spreadsheet

☐ Graphic Model

OK Cancel Help

Figura 2: (P1) Generación de una nueva simulación de un sistema de colas.

En este software existen 4 tipos de componentes. “C” corresponde a “Customer arriving source” (Fuente de llegada de clientes), “S” corresponde a los servidores, “Q” corresponde a las colas. Por último, “G”, corresponde a recolectores de basura, que no aplica para este problema. Con esta información, podemos clasificar a los componentes de la siguiente manera:

Number	Component Name	Type (C/S/Q/G)
1	Cajero 1	S
2	Cajero 2	S
3	Cliente	C
4	Cola	Q

Figura 3: (P1) Descripción de cada tipo de componente

Podemos rellenar la tabla de descripción del comportamiento del sistema a partir de los datos entregados en el mismo (1). Se han omitido algunas de las columnas de esta tabla que no son relevantes para el problema.

Component Name	Type (C/S/Q/G)	Immediate Follower (Name /	Queue Discipline	Queue Capacity	Interarrival Time Distribution	Service Time Distribution
Cajero 1	S					Cliente/normal/0.0667/0.01
Cajero 2	S					Cliente/normal/0.0667/0.01
Cliente	C	Cola			Poisson/0.1	
Cola	Q	Cajero 1,Cajero 2	FIFO	15		

Figura 4: (P1) Tabla de descripción del comportamiento del sistema

Podemos generar, entonces, la simulación con estos datos. Para este caso en concretos, utilizaremos la semilla por defecto para simular un total de 100 minutos:

**Queuing System Simulation**

Based on the specified random seed, simulation time, and/or maximum number of observations, the program simulates the queuing system according to the data entry specification. Press "Simulate" to start the simulation, and press "Cancel" to quit the simulation. Press "Show Analysis" for the result.

**Random Seed**

☒ Use default random seed  
☐ Enter a seed number  
☐ Use system clock

Random number seed: 27437

Simulation time in hour: 100

Data collection start time at hour:

Maximum number of data collections (observations): M

% of simulation done:

Current time:

Number of observations collected:

Simulate Show Analysis Cancel Help

Figura 5: (P1) Menú de generación de simulación

A continuación, en las figuras 6, 7 y 8, se muestran las tablas resultantes de nuestra simulación<sup>1</sup>. En primer lugar, tenemos los resultados desde la perspectiva de los clientes, lo que nos muestra tiempos de espera, largo máximo de la cola, entre otros valores. En segundo, vemos el porcentaje de uso de los servidores a lo largo de la simulación. Por último, se ve un poco más en detalle las descripciones de la cola misma.

06-08-2022	Result	Cliente
1	Total Number of Arrivals	1123
2	Total Number of Balking	260
3	Average Number in the System (L)	2.2261
4	Maximum Number in the System	17
5	Current Number in the System	1
6	Number Finished	871
7	Average Process Time	0.0667
8	Std. Dev. of Process Time	0.0098
9	Average Waiting Time (Wq)	0.1889
10	Std. Dev. of Waiting Time	0.1573
11	Average Transfer Time	0
12	Std. Dev. of Transfer Time	0
13	Average Flow Time (W)	0.2556
14	Std. Dev. of Flow Time	0.1578
15	Maximum Flow Time	0.6639
	Data Collection: 0 to	100 hours
	CPU Seconds =	0.9530

Figura 6: (P1) Análisis de clientes

06-08-2022	Server Name	Server Utilization	Average Process Time	Std. Dev. Process Time	Maximum Process Time	Blocked Percentage	# Customers Processed
1	Cajero 1	28.91%	0.0669	0.0097	0.1023	0.00%	432
2	Cajero 2	29.16%	0.0664	0.0098	0.0919	0.00%	439
	Overall	29.03%	0.0667	0.0098	0.1023	0.00%	871
Data	Collection:	0 to	100	hours	CPU	Seconds =	0.9530

Figura 7: (P1) Análisis de servidores

<sup>1</sup> Debido a la configuración de mi máquina virtual, particularmente en uno de los archivos .dll que maneja números flotantes en sistemas antiguos, que tuvo que ser reemplazado por uno descargado de internet para el funcionamiento del software, no logro replicar números decimales exactamente en esta máquina con respecto a otras. Por favor, tengan presente un ligero error no determinado en los valores decimales de mis resultados.



06-08-2022	Queue Name	Average Q. Length (Lq)	Current Q. Length	Maximum Q. Length	Average Waiting (Wq)	Std. Dev. of Wq	Maximum of Wq
1	Cola:	1.6454	0	15	0.1891	0.1573	0.5763
Data	Collection:	0 to	100	hours	CPU	Seconds =	0.9530

Figura 8: (P1) Análisis de cola

En total, podemos ver que la simulación recibió a un total de 1123 clientes, de los cuales 871 fueron atendidos, lo que equivale a una tasa de atención del 0.76, o al rededor de 3 cada 4 clientes que llegaron. La espera promedio fue de al rededor de 11 minutos, con una atención promedio de 4 minutos por cliente, por cajero. Esto se traduce a un uso promedio del 29.03 % del tiempo de cada cajero en atención de clientes. Por último, vemos que el largo máximo de la cola fue alcanzado, con un valor de 15 clientes en ella en su peak, sin embargo, el largo promedio de esta fue de tan solo 1.65 clientes. La espera más alta que se generó en esta simulación fue de casi 35 minutos.

## 2.2. Simulación del problema dos

Para el segundo problema presentado (1.2), el proceso es casi idéntico. Debido a que los componentes de estos sistemas son muy similares, se espera que la construcción de la simulación y los resultados obtenidos sean muy similares.

**Problem Specification**

To define a queuing system, four system components are considered: customer arriving populations such as different type of materials or different age groups, servers such as machines or clerks, queues for buffer storages or waiting lines, or garbage collectors for defectives.

**Problem Title:** Problema dos

**Number of System Components:** 4

**Time Unit:** hour

**Data Entry Format**

☒ Spreadsheet

☐ Graphic Model

OK Cancel Help

Figura 9: (P2) Generación de una nueva simulación de un sistema de colas.

Nuevamente, este problema consta de 4 componentes: Los dos cajeros, los clientes y la cola que ellos forman. Estos componentes siguen los mismos tipos que en el problema anterior (Figura 4), según se aprecia en la siguiente figura:

Number	Component Name	Type (C/S/Q/G)
1	Cajero 1	S
2	Cajero 2	S
3	Cientes	C
4	Cola	Q

Figura 10: (P2) Descripción de cada tipo de componente

Describimos, entonces, el comportamiento de nuestro sistema según lo especificado en el enunciado (1.2)<sup>2</sup>.

Component Name	Type (C/S/Q/G)	Immediate Follower (Name)	Queue Discipline	Queue Capacity	Interarrival Time Distribution	Service Time Distribution
Cajero 1	S					Ciente/normal/0.0588/0.012
Cajero 2	S					Ciente/normal/0.0588/0.012
Cientes	C	Cola			Poisson/0.0714	
Cola	Q	Cajero 1,Cajero	FIFO	16		

Figura 11: (P2) Tabla de descripción del comportamiento del sistema

<sup>2</sup> Nuevamente se optó por omitir las columnas que se han dejado completamente en blanco para este problema.

Según las especificaciones de el problema, la semilla para la simulación debe ser dictada por el rut, por lo que esta es ingresada manualmente. Además, el tiempo de simulación corresponde a 150 unidades de tiempo (Para el caro, horas).

**Queuing System Simulation**

Based on the specified random seed, simulation time, and/or maximum number of observations, the program simulates the queuing system according to the data entry specification. Press "Simulate" to start the simulation, and press "Cancel" to quit the simulation. Press "Show Analysis" for the result.

**Random Seed**

☐ Use default random seed  
☒ Enter a seed number  
☐ Use system clock

**Random number seed:** 20239

**Simulation time in hour:** 150

**Data collection start time at hour:**

**Maximum number of data collections (observations):** M

**% of simulation done:**

**Current time:**

**Number of observations collected:**

**Simulate** **Show Analysis** **Cancel** **Help**

Figura 12: (P2) Menú de generación de simulación

**% of simulation done:**

**Current time:** 150 hours

**Number of observations collected:** 1435

**Simulate** **Show Analysis** **Cancel** **Help**

Figura 13: (P2) Ejecución de la simulación

El resultado, entonces, corresponde a las siguientes tres tablas.

06-13-2022	Result	Cientes
1	Total Number of Arrival	1815
2	Total Number of Balking	384
3	Average Number in the System (L)	2.0569
4	Maximum Number in the System	18
5	Current Number in the System	1
6	Number Finished	1435
7	Average Process Time	0.0577
8	Std. Dev. of Process Time	0.0563
9	Average Waiting Time (Wq)	0.1573
10	Std. Dev. of Waiting Time	0.1469
11	Average Transfer Time	0
12	Std. Dev. of Transfer Time	0
13	Average Flow Time (W)	0.2150
14	Std. Dev. of Flow Time	0.1576
15	Maximum Flow Time	0.8267
	Data Collection: 0 to	150 hours
	CPU Seconds =	1.5310

Figura 14: (P2) Análisis de clientes

06-13-2022	Server Name	Server Utilization	Average Process Time	Std. Dev. Process Time	Maximum Process Time	Blocked Percentage	# Customers Processed
1	Cajero 1	27.77%	0.0574	0.0564	0.3869	0.00%	725
2	Cajero 2	27.43%	0.0580	0.0562	0.5770	0.00%	710
	Overall	27.60%	0.0577	0.0563	0.5770	0.00%	1435
Data	Collection:	0 to	150	hours	CPU	Seconds =	1.5310

Figura 15: (P2) Análisis de servidores

06-13-2022	Queue Name	Average Q. Length (Lq)	Current Q. Length	Maximum Q. Length	Average Waiting (Wq)	Std. Dev. of Wq	Maximum of Wq
1	Cola	1.5049	0	16	0.1574	0.1469	0.6993
Data	Collection:	0 to	150	hours	CPU	Seconds =	1.5310

Figura 16: (P2) Análisis de cola

Para esta simulación vemos, entonces, un total de 1815 clientes de entrada, con un total de 1435 atenciones, lo que equivale a una tasa de atención del 0.79, o al rededor de 4 de cada 5 personas. La espera promedio fue de 9 minutos y medio, mientras que el tiempo de atención promedio para ambos cajeros fue de 3 minutos y medio, los que tuvieron un porcentaje de

utilización promedio de 27.60 %. Por último, el largo máximo logrado de la cola fue de 16 personas, con un promedio de 1.50 clientes en ella, y una espera máxima de 42 minutos.

### 3. Conclusión

## Referencias

- [1] Manuel, Q. I. V. y Carlos, V. S. J., Análisis cuantitativo con WinQSB. B - EUMED, 2003.