

Importancia de tener un plan de negocios para una MIPYME.

M.Sc.A. A Carlos Roberto Ibáñez Juárez¹ y M.I Nancy Roxana Ruiz Chávez², Itzel Larissa Fernández Mijangos³ ^{1,2}miembros de la Facultad de Ingeniería,³ Estudiante de Ingeniería Industrial Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Resumen - El presente proyecto muestra un modelo de simulación basado en líneas de espera de uno y dos servidores en una tienda de conveniencia, con la finalidad de poder determinar cuál es la opción óptima para que la empresa decida si es necesario la apertura de una segunda caja registradora dentro del establecimiento tomando como base cuál es el tiempo de espera promedio y si está dentro del límite permisible de la empresa y para ello establecer el tiempo promedio del servicio a un cliente, los tiempos entre llegadas de los clientes, la comparación de la simulación de un servidor y dos servidores, con los datos obtenidos decidir si con un servidor se da abasto el establecimiento no rebasando los límites de tiempo de espera o es necesario dos servidores para disminuir los tiempos de espera. Este proyecto se realiza bajo la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, donde a través de proyectos prácticos se busca que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos en clase en una situación real y busquen diferentes soluciones para su análisis.

Índice de Términos - Modelo de simulación de un servidor

Documento recibido el 9 de enero 2021. Este trabajo fue sin financiamiento económico.

M.Sc. A Carlos Roberto Ibáñez Juárez, investigador y docente de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; celular: 222-806-5261; e-mail: carlos.ibanez@correo.buap.mx.

M.I Nancy Roxana Ruiz Chávez, investigadora y docente de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; celular: 222-532-9171; e-mail: nroxana.ruiz@correo.buap.mx

I. INTRODUCCION

Uno de los principales factores que influyen en la decisión de un cliente al comprar en un establecimiento es el tiempo que tiene que esperar para ser atendido, esto pasa en casi todos los establecimientos y puede ser decisivo en si tiene o no clientes, la posición dentro del mercado e inclusive como una

ventaja competitiva con respecto otras empresas; el presente proyecto se enfoca en una línea de espera dentro de una tienda de conveniencia para determinar si es conveniente o no abrir la segunda caja registradora con base en los límites permisibles de tiempo de espera. Es importante recalcar que para tomar una decisión como esta, se requiere de un análisis que involucran toma de tiempos, pruebas pilotos y lo más importante un modelo de simulación que nos permitirá ver un panorama de cómo es el comportamiento de una situación real, para ello la toma de datos se llevará a cabo un día en el turno que abarca las horas pico del establecimiento, dicho horario es de 7:00 A.M a 3:00 P.M. en el que se tomarán los tiempos entre llegadas de los clientes, el tiempo de servicio promedio; es importante recalcar que la toma de datos es para la construcción de nuestro modelo de simulación por lo que con base en ello se determinará el tiempo de espera de los clientes y decidir si una caja registradora es suficiente o es necesario la apertura de una segunda caja para disminuir los tiempos de espera y estar debajo del límite permisible de los criterios de la empresa.

A. Ubicación

El establecimiento del cual se hará el análisis es el OXXO de lomas de Angelópolis ubicado en la dirección Av. del Castillo 1, Lomas de Angelópolis, 72830 Acatepec, Puebla



Fig 1. Ubicación de la tienda de conveniencia

Fuente: Google Maps. (s.f.). *Mapa de Oxxo Lomas de Angelópolis, Puebla*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de <https://www.google.com/maps/place/Oxxo+Lomas+Angelópolis/@19.005799>

B. Objetivos

1) Objetivo General

Diseñar un modelo de simulación de líneas de espera para determinar si es necesario uno o dos servidores para estar en el límite permisible de tiempo de espera de un cliente en el establecimiento OXXO de Lomas de Angelópolis.

2) Objetivos específicos

- Recolectar tiempos entre llegadas de los clientes en el establecimiento en el turno matutino.
- Tomar tiempo de servicio de clientes promedio en el establecimiento en el turno matutino.
- Crear dos modelos de simulación MM1 y MM2 de líneas de espera.

II. PROBLEMÁTICA

Una de las preocupaciones de las cadenas comerciales en especial de las cadenas de tiendas de conveniencia, es el servicio que le ofrecen a sus clientes, un servicio que se ve radicalmente marcado por el tiempo de espera en los mismos. Por esta razón cada establecimiento de esta gran cadena determina sus tiempos de espera permisibles de acuerdo con sus necesidades.

Un establecimiento de conveniencia se encuentra ubicado en Lomas de Angelópolis que cuenta con 3 turnos, actualmente se encuentra laborando con un cajero, es decir, bajo un modelo de simulación de línea de espera con un servidor (MM1), se sabe además que, el tiempo de espera permisible establecido es de 4 minutos, mientras que el tiempo de servicio es de 2 minutos y el tiempo entre llegadas se encuentra en un rango de 0 a 4.5 minutos. Se presentan también los datos obtenidos de tiempo entre llegadas y tiempos de servicio a lo largo del primer turno, es decir de 7 a 15 horas.

Se desea saber si el modelo de simulación de línea de espera de un servidor (MM1) con el que se está trabajando actualmente es el óptimo o si es necesario adoptar un modelo de línea de espera con dos servidores (MM2), para poder cumplir con el tiempo de espera permisible ya establecido en el primer turno, que es donde se encuentra las horas pico y por ende mayor cantidad de clientes.

III. JUSTIFICACIÓN DEL MODELO A UTILIZAR

En el presente proyecto se utilizan los modelos de línea de espera MM1 Y MM2, haciendo una comparación para ver si es necesario implementar un modelo de línea de espera con dos servidores [2], ya que actualmente el establecimiento se encuentra trabajando únicamente con un servidor, por este motivo primero se realiza un modelo de simulación de un solo servidor, para ver cómo está funcionando actualmente y después realizamos un modelo con 2 servidores a fin de ver qué beneficios traería a dicho establecimiento la implementación de una segunda caja.

A. Sistemas de colas M/M/1

En este modelo, el proceso de llegada en muchas situaciones de negocios sigue una distribución de Poisson. Si, además, los tiempos de servicio se pueden modelar adecuadamente con la distribución exponencial y hay un solo empleado, se habla de un sistema de colas M/M/1. Los ejemplos de colas modeladas como sistemas M/M/1 incluyen algunos pequeños bancos, oficinas de correos rurales y tiendas de alimentos preparados [3].

Este modelo se basa en los siguientes supuestos:

- La llegada de cada unidad sigue una distribución de probabilidad de Poisson con tasa de llegadas λ .
- Los tiempos de servicio siguen una distribución de probabilidad exponencial, con tasa de servicios μ .
- La población de unidades que buscan ser atendidas es finita.

B. Sistemas de colas M/M/K

Una línea de espera de múltiples canales se compone de dos o más canales de servicio que se supone son idénticos en función de capacidad de servicio. Entre los ejemplos típicos de sistemas de colas M/M/K están los bancos con varios cajeros, oficinas de correos con varias ventanillas de servicio y restaurantes de comida rápida con varias cajas.

En el sistema de múltiples canales, las unidades que llegan esperan en una sola línea y luego se dirigen al primer canal disponible para ser atendidas [4]. En este modelo se presentan las siguientes características:

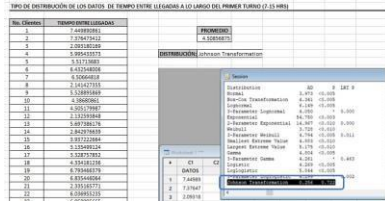
- Las llegadas siguen una distribución de probabilidad de Poisson.
- El tiempo de servicio de cada canal sigue una distribución de probabilidad exponencial.
- La tasa de servicios μ es la misma para cada canal.
- Las llegadas esperan en una sola línea de espera y luego se dirigen al primer canal abierto para que las atiendan [5].

TABLA IV
RESUMEN DEL MODELO ESTADÍSTICO

No. De Clientes esperando	260
Probabilidad de Espera	10.94%
Tiempo de espera Promedio	5.308975922
Tiempo de Espera máximo	19.1809506

Fuente: Elaboración propia

TABLA I
ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA



Fuente: Elaboración propia

1) **Justificación:** Se sabe que cuando se trabaja con modelos de simulación de línea de espera, nuestros datos siguen una distribución normal. En este caso se puede observar que nuestros datos, con un tamaño de muestra de 320, presentan una distribución *Johnson Transformation* [6] y [7], ante esta situación se puede inferir que se debe a que los datos fueron obtenidos en un día atípico (lunes), es decir un día donde la demanda no es muy alta a comparación con otros días de la semana.

A través de la gráfica se puede observar que los datos no presentan estabilidad, los resultados no siguen una relación lineal, la parte aleatoria demanda que con el tiempo se estabilice para la creación de un modelo más fiable y que permita a partir de esa estabilidad tomar decisiones.

Por lo anterior es necesario realizar una prueba de normalidad para calcular un nuevo tamaño de muestra.

TABLA II
SIMULACIÓN DEL MODELO DE LÍNEA DE ESPERA MM1

TIEMPO ESPERA	2 MIN	3 Y	1 MIN	4.5 MIN	LAMBDA	90.874	8.7922691	2.025771	CLIENTES/ORA	4.4026219
TIEMPO ESPERA LLEGADAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TIEMPO ESPERA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

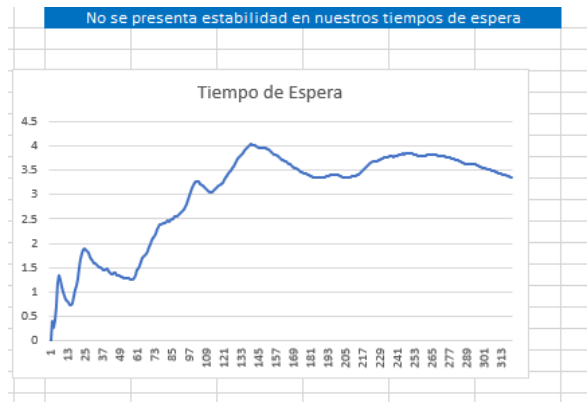


Fig 2. Gráfica de estabilidad del tiempo de espera

Fuente: Elaboración propia

TABLA III
RÉPLICAS DEL MODELO DE SIMULACIÓN

PROMEDIO	REPÍLICA 1	REPÍLICA 2	REPÍLICA 3	REPÍLICA 4	REPÍLICA 5
DES. EST	2.604203317	4.327730044	4.221515164	2.704806736	2.477017331
	0.609249486	1.029319595	1.077627808	0.812298318	0.441774405
	Tiempo Espera Promedio	Tiempo Espera Promedio	Tiempo Espera Prom	Tiempo Espera Promedio	Tiempo Espera Promedio
	0.00943962	0.462572917	1.008953297	0	0
	0.006309308	0.308381944	0.672635531	0.270657149	0.597675168
	0.13001833	0.683094742	1.002492488	0.399522707	1.953228757
	1.376250301	1.850447881	1.950599532	1.837770477	1.460957019
	0.862447751	1.14740982	1.137677903	1.446588368	1.488028954
	1.159610295	1.32126688	2.45102591	1.5512029	1.284025675
	1.316235077	1.404671905	2.715412438	1.52302985	1.131847194
	1.561059693	1.248597249	2.724516962	1.424491133	1.014853594
	1.643002791	1.229630719	2.853071546	1.28244702	1.033302324
	1.60946693	1.14740982	2.737273703	1.658980327	0.930324758
	1.472026195	1.051792335	2.721788159	1.06870885	0.849074627
	1.440354248	0.97089232	2.970915636	0.396497708	0.639507628
	1.376250301	0.90120917	2.950529632	0.396329506	0.967056511
	1.284500776	0.990276274	3.102562239	0.875906034	1.173395448
	1.204219477	1.069090793	3.439826791	0.954396598	1.418431913
	1.133393037	1.13182512	3.623193313	1.018496257	1.693630229
	1.070417313	1.095422239	3.399439514	1.226788416	1.844258476
	1.01951239	1.073061032	4.077308153	1.475306517	1.977340944
	0.964736761	0.985916105	4.233953437	1.71200672	1.994271085
	0.951752609	0.939867633	4.350877521	1.872000339	1.950059441
	0.908491026	0.896287286	4.373407794	2.000798198	2.079934414
	0.874174749	0.857382774	4.323986537	2.019619509	2.103965744
	0.837793091	0.824869494	4.344681945	2.096197062	2.100569196
	0.813495439	0.789732812	4.336766882	2.189516709	2.089935844
	0.782207153	0.758396935	4.346228873	2.314907037	2.094396888
	0.753236518	0.745634989	4.29110432	2.346374338	2.132974713

Fuente: Elaboración propia

La prueba de normalidad se realiza con un nivel de confianza del 5%, para el desarrollo de una prueba de hipótesis que nos permita la verificación de los nuevos valores.

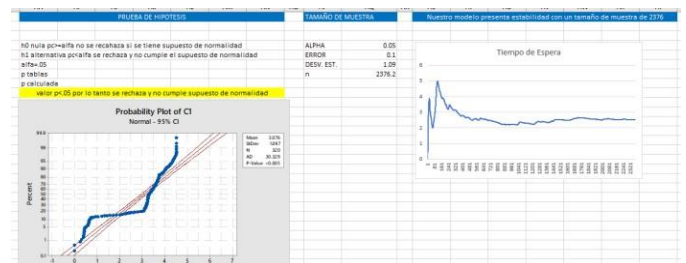


Fig 3. Prueba de normalidad estabilidad

Fuente: Elaboración propia

Con esta nueva prueba de normalidad, se rechaza la H_0 y aceptamos la alternativa, lo que nos permite que con la nueva corrida se considere un $n= 2376.2$ y que con este tamaño se cumpla la normalidad de acuerdo a la gráfica y su estabilidad, de manera que analizaremos 5 réplicas para evaluar el análisis de normalidad de una forma más profunda.

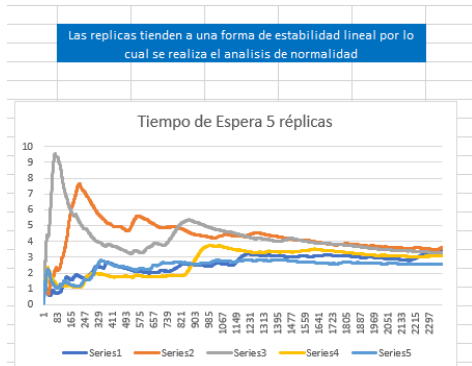


Fig 4. Estabilidad con 5 réplicas
Fuente: Elaboración propia

Con el análisis de estabilidad anterior se puede realizar un modelo de estabilidad que permita determinar el comportamiento de los datos referentes a las 5 réplicas y de encontrarse en el intervalo de confianza como se aprecia, el modelo se puede validar.

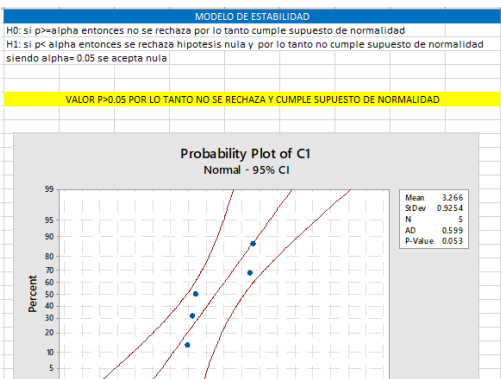


Fig 5. Análisis de estabilidad
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los conceptos establecidos y la prueba de estabilidad, se llega a la conclusión que con un 95% de

INTERVALO DE CONFIANZA	
PROMEDIO	3.266
DESV.EST	0.9254
REPLICAS	5
ALPHA	0.05
ALPHA/2	0.025
T STUDENT	2.776
R-1	4
IC	2.1171483 - 4.4148517

Con un 95% de seguridad podemos decir que nuestro tiempo de espera para los clientes en el OXXO de Lomas de Angelópolis está en un intervalo de 2.11 a 4.41 minutos con una sola caja registradora.

confianza, se puede tener un tiempo de espera para los clientes en la tienda de conveniencia en un intervalo de 2.11 a 4.41 minutos con una sola caja registradora.

Fig 6. Intervalo de confianza para un servidor
Fuente: Elaboración propia

En el caso de un modelo de dos servidores MM2 [8], se realiza un análisis similar donde los tiempos por razones de espera se reducen a la mitad, para crear un efecto de menores tiempos de espera bajo la consideración que llegan los clientes de la misma forma aleatoria que el modelo anterior, dando como resultado los siguientes tiempos 7. Como justificación se conoce que, al trabajar con modelos de simulación en línea de espera, nuestros datos siguen una distribución normal [9]. En este caso podemos observar que nuestros datos presentan una distribución de tipo *Johnson Transformation*, ante esta situación se infiere en que esto se deba que los datos fueron obtenidos en un día no muy concurrido (lunes), en donde la demanda no es muy alta en comparación con otros días de la semana.

No. Clientes	TIEMPO DE SERVICIO	PROMEDIO
1	1.718	2.012
2	2.845	
3	1.647	
4	1.719	DISTRIBUCION Johnson Transformation
5	2.988	
6	2.467	
7	2.643	
8	2.527	
9	1.244	
10	1.725	
11	1.935	
12	2.381	
13	2.250	
14	1.931	
15	2.298	
16	2.183	
17	1.510	
18	2.149	
19	1.046	
20	1.907	
21	2.520	
22	2.628	
23	2.329	

Fig 7. Distribución de datos durante un turno con un modelo MM2
Fuente: Elaboración propia

De manera que el modelo de simulación de 2 servidores, nos muestra un tamaño pequeño y con tiempos de espera cortos por la razón del uso de dos servidores.

TABLA V
ESTADÍSTICA MM2

No. De Clientes esperando	87
Probabilidad de Espera	8.82%
Tiempo de espera Promedio	0.0422
Tiempo de Espera máximo	0.3919422

Fuente: Elaboración propia

A través de la gráfica de 5 réplicas, se puede observar que los datos no presentan estabilidad por lo que es necesario realizar una prueba de normalidad para calcular un nuevo tamaño de muestra.

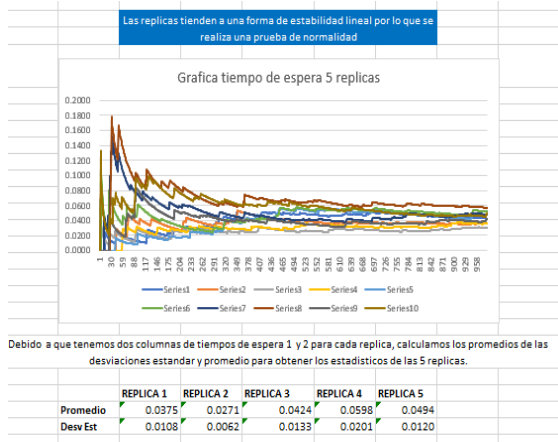


Fig 8. Estabilidad de 5 réplicas
Fuente: Elaboración propia

Con el modelo de 5 réplicas, se realiza la prueba de hipótesis para determinar si cumple el supuesto de normalidad

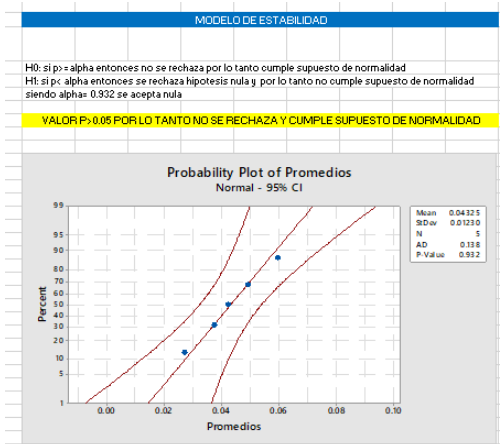


Fig 9. Normalidad

Comprobado el supuesto de normalidad, y la prueba de hipótesis, ya se tiene el modelo validado, de manera que el intervalo de confianza determina el tiempo de espera y si es requerido que la tienda de conveniencia proponga un segundo servidor con unos tiempos de espera, de acuerdo a un alfa del 5% entre 0.02 segundos y 0.05 segundos Fig. 10. Dicho tiempo es muy pequeño casi despreciable.

INTERVALO DE CONFIANZA		
PROMEDI	0.04325	
DESV. EST	0.0123	
REPICAS	5	
ALPHA	0.05	
ALPHA/2	0.025	
T STUDEN	2.776	2.776445
R-1	4	
IC	0.02798	0.05852
Con un 95% de seguridad podemos decir que nuestro tiempo de espera para los clientes en el OXXO de Lomas de Angelópolis se encuentra dentro de un intervalo de 0.027 a 0.0585 minutos teniendo un modelo de 2 servidores. Lo cual nos indica que es totalmente factible la implementación de un segundo servidor, pues de ésta manera los clientes estarían siendo atendidos al instante.		

Fig 10. Intervalo de confianza para MM2
Fuente: Elaboración propia

IV. CONCLUSIÓN

Basándonos en los resultados arrojados por ambos modelos se puede concluir que el uso de una sola caja registradora no es óptimo para una correcta atención al cliente debido a que el intervalo de confianza obtenido nos indica que los clientes estarían esperando un tiempo de entre 2.11 a 4.41 minutos lo cual no cumple con el parámetro del tiempo de espera establecido por el gerente de la tienda, el cual es de 2 minutos, además con este modelo los clientes tienen una probabilidad del 10.94% en que tengan que esperar para ser atendidos. Por el contrario, al realizar el modelo de dos servidores, pudimos observar que el tiempo de espera es muy pequeño ya que se encuentra en un intervalo de entre 0.027 y 0.058 minutos, lo cual nos indica que los clientes estarían siendo atendidos inmediatamente y tendrían una probabilidad de espera de 8.8%, la cual se reduce en comparación con el modelo de un servidor, por lo antes mencionado se considera totalmente factible la implementación de una segunda caja registradora a fin de brindar el mejor servicio a los clientes de la tienda de conveniencia.

Con base a los datos analizados para los modelos este no obtuvo una distribución normal debido a que los datos recolectados no fueron tomados en día de alta o media productividad pues fueron tomados un lunes donde no se presenta una alza en las ventas, otro factor es que el turno que analizamos no abarca las mayor parte de horas pico en el que

le establecimiento tiene un alza en la atención al cliente , por ultimo ese día estaba próximo a quincena por lo que se estipula no era un día de alto flujo económico.

REFERENCIAS

- [1] Google Maps. (s.f.). *Mapa de Oxxo Lomas de Angelopolis, Puebla*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de <https://www.google.com/maps/place/Oxxo+Lomas+Angelopolis/@19.005799,-98.2675945,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x85cfc7802bb591bb:0xd1c3b6aa90fa5bcd!8m2!3d19.005799!4d-98.2654058>
- [2] Anderson, David, Sweeney, D., Camm, J., & Williams, T. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios* (Onceava ed.). Mexico D.F, Mexico: Cengage Learning. Recuperado el 21 de Noviembre de 2020.
- [3] Carro, R., & Gonzalez, D. (s.f.). Modelos de Lineas de espera. Recuperado el 21 de Noviembre de 2020, de http://nulan.mdp.edu.ar/1622/1/17_modelos_lineas_espera.pdf
- [4] Caballero, M. E. (2004). *Cadenas de Markov : un enfoque elemental*. Sociedad Matemática Mexicana.
- [5] Gómez R., J. M., & Jiménez M., J. A. (2020). Selección óptima de portafolios basada en cadenas de Markov de primer y segundo orden. *Lecturas de Economía*, 92, 33–66.
- [6] Sanchez, R., & Barrera, P. (2018). Metodología basada en Cadenas de Markov para la Predicción de la Demanda y Toma de Decisiones en el corto plazo. Caso de Estudio: Empresa Eléctrica Quito. (Spanish). *Revista Técnica Energía*, 15(1), 44–50. <https://doi-org.proxydgb.buap.mx/10.37116/revistaenergia.v15.n1.2018.322>
- [7] Ausín, C. (n.d.). Análisis bayesiano de sistemas de colas.
- [8] Lorente Marín, A. (n.d.). Sistemas de colas en tiempo discreto con entradas y servicios en bloque: estudio teórico y simulaciones comparativas.
- [9] Sistemas de colas en tiempo discreto con entradas y servicios en bloque: estudio teórico y simulaciones comparativas. (n.d.).
- [10] Amador Pacheco, J. (n.d.). Sistemas de colas con reintentos: análisis de los eventos bloqueados y exitosos [Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.]