



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**APLICACIÓN DE TEORÍA DE COLAS PARA REDUCIR EL TIEMPO DE  
ESPERA DE LOS CLIENTES EN LA EMPRESA LIMA7BARBERSHOP  
CHIMBOTE 2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
INDUSTRIAL**

**AUTORA:**

Cueva Ponte Deysi Yanet

**ASESORES:**

Dr. Gutiérrez Pesantes Elías

Mgrt. Esquivel Paredes Lourdes

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

CHIMBOTE – PERÚ

2018

**ACTA N° 348 - 0 - 2018 - EII/UCV-CH**

El Jurado encargado de evaluar la tesis denominada "APLICACIÓN DE TEORIAS DE COLAS PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ESPERA DE LOS CLIENTES EN LA EMPRESA LIMA7BARBERSHOP-CHIMBOTE 2017", presentada por los estudiantes CUEVA APONTE DEYSI YANET, reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

NOTA: 13. (Número) Trece (Letras).

Por lo tanto, el estudiante aprueba por mayor

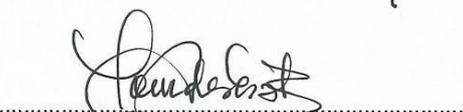
Chimbote, 3/12/2018



.....  
Dr. GUTIERREZ PESANTES ELIAS  
PRESIDENTE



.....  
Ms. GALARRETA OLIVEROS GRACIA ISABEL  
SECRETARIO



.....  
Mg. ESQUIVEL PAREDES LOURDES JOSEFFYNE  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico primero a Dios, ser supremo y todo poderoso por guiarme a través del buen camino y darme las fuerzas necesarias para alcanzar mis metas.

A mis padres, hermanos por brindarme siempre su confianza y apoyo moral en todo momento, por sus consejos, sus valores y por la motivación constante incentivándome en todo momento a lograr mis objetivos profesionales.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios en primer lugar, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, porque siento su bendición en cada paso que he dado permitiéndome el haber llegado hastaeste momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, me han enseñado a no rendirme ante nada y siempre perseverar, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo a seguir.

Al Dr. Elías Gutiérrez Pesantes, y a la Sra. Mgrt. Esquivel Paredes Lourdes, profesores de digna admiración por haber compartido todos sus conocimientos y experiencias a lo largo de la elaboración de este informe, por su comprensión y ayuda que supieron ofrecerme en cada momento que solicite.

Al gerente general de la empresa Lima7BarberShop Chimbote por toda la colaboración y apoyo brindada, durante la elaboración de este proyecto. Por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y aprender cosas nuevas.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Deysi Yanet Cueva Ponte a efecto de cumplir las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta la tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.



---

Deysi Yanet Cueva Ponte

Nuevo Chimbote, Julio del 2018

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad problemática .....	11
1.2. Trabajos previos.....	16
1.4. Formulación del problema .....	27
1.5. Justificación del estudio.....	27
1.6. Hipótesis .....	28
1.7. Objetivo .....	28
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>30</b>
2.1. Diseño de investigación.....	30
2.2. Variables.....	30
2.3. Población y muestra .....	33
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	35
2.5. Métodos de análisis de datos.....	36
2.6. Aspectos éticos .....	37
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>VI. ANEXOS.....</b>	<b>59</b>
4.1 Anexo 12. Abstract.....	82
4.2 ABSTRACT .....	82
4.3 Anexo 13. Documento De Similitud .....	83
4.4 Anexo N° 14. Acta De Aprobación De Originalidad De Tesis.....	84

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Operacionalización de Variables.....	32
Tabla 2. Determinación del tamaño de la población.....	33
Tabla 3. Muestreo estratificado por día de la semana y turno .....	34
Tabla 4. Técnica de recolección de información .....	35
Tabla 5. Técnica de procesamiento de datos. ....	36
Tabla 6. Tiempos de espera, en horas promedio, por día de la semana y por turno .....	38
Tabla 7. Prueba de bondad de ajuste para los tiempos entre llegada y tiempos de servicio en la empresa Lima7Barbershop .....	40
Tabla 8. Funcionamiento del sistema de colas de la empresa Lima7Barbershop.....	40
Tabla 9. Simulación en Promodel de modelos de colas alternativos.....	41
Tabla 10. Tiempos de espera, en horas promedio, por día de la semana y por turno luego de aplicar el modelo de colas propuesto .....	41
Tabla 11. Evaluación de la implementación propuesta, con respecto al incremento de servidores en la empresa Lima7Barbershop .....	42
Tabla 12. Resultados descriptivos de los tiempos de espera evaluados en la empresa Lima7Barbershop.....	43
Tabla 13. Análisis FODA .....	62
Tabla 14. F.O.D.A. CRUZADO.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Histograma de reclamos registrados durante el periodo de mayo - agosto 2018.	38
Figura 2. Prueba Kruskal Wallis para los tiempos entre llegada.....	39
Figura 3. Prueba t de Student aplicada a los tiempos de espera.....	44
Figura 4. Organigrama de la empresa Lima7Barbershop .....	61
Figura 5. Corsograma analítico del proceso de las actividades del servicio .....	64
Figura 6. Flujograma de operaciones de la empresa .....	67
Figura 7. Diagrama de causa efecto para los tiempos de espera de la empresa Lima7Barbershop.....	68
Figura 8. Histograma para los tiempos entre llegadas con ajuste exponencial.....	70
Figura 9. Grafica de probabilidades para un ajuste exponencial.....	70
Figura 10. Histograma para los tiempos entre llegadas con ajuste normal .....	71
Figura 11. Grafica de probabilidades para un ajuste normal .....	71
Figura 12. Histograma para los tiempos entre llegadas con ajuste exponencial.....	72
Figura 13. Grafica de probabilidades para un ajuste exponencial.....	72
Figura 14. Histograma para los tiempos entre llegadas con ajuste normal .....	73
Figura 15. Grafica de probabilidades para un ajuste normal .....	73
Figura 16. Nuevo problema de cola en Winqsb.....	74
Figura 17. Ingreso de tiempos de arribo y tiempos de servicio de la empresa Lima7Barbershop.....	74
Figura 18. Indicadores del sistema de colas inicial en la empresa Lima7barbershop.....	75
Figura 19. Información general para simulación con 6 servidores.....	76
Figura 20. Indicadores del sistema de cola con simulación de 6 servidores .....	76
Figura 21. Utilización del sistema calculado con simulación para 6 servidores .....	76
Figura 22. Información general para simulación con 7 servidores.....	77
Figura 23. Indicadores del sistema de cola con simulación de 7 servidores .....	77
Figura 24. Utilización del sistema calculado con simulación para 7 servidores .....	77
Figura 25. Información general para simulación con 8 servidores.....	78
Figura 26. Indicadores del sistema de cola con simulación de 8 servidores .....	78
Figura 27. Utilización del sistema calculado con simulación para 8 servidores .....	78
Figura 28. Información general para simulación con 6 servidores con reducción en el tiempo de servicio .....	79
Figura 29. Indicadores del sistema de cola con simulación de 6 servidores con reducción en el tiempo de servicio.....	79
Figura 30. Utilización del sistema calculado con simulación para 6 servidores con reducción en el tiempo de servicio .....	79
Figura 30. Indicadores del sistema de colas de la empresa Lima7barbershop con 7 servidores .....	80

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue aplicar la teoría de colas para reducir el tiempo de espera de los clientes en la empresa LIMA7BARBERSHOP. Para cumplir dicho propósito, se llevó a cabo una investigación del tipo experimental y con un diseño pre experimental aplicando un pre prueba y post prueba, se determinó una población equivalente a 2265 clientes y se calculó un tamaño de muestra de 513 clientes; los cuales fueron seleccionados de manera estratificada teniendo en cuenta la asistencia promedio de cada día y turno de la semana. Entre los resultados más relevantes se puede mencionar que, antes de la aplicación de la teoría de colas, la empresa contaba con 6 barberos y cada cliente tenía que esperar 0.20 horas en promedio para ser atendido. Para lograr mejorar el funcionamiento del sistema, inicialmente se identificó que los tiempos de arribo presentaban un comportamiento exponencial y los tiempos de servicio de servicio una distribución normal. A través del software Winqsb, se logró determinar que el sistema tenía una utilización del 82.39% y se presentaba una probabilidad del 55.3% de encontrar el local ocupado. Posteriormente, utilizando una simulación en Promodel, se estimó la posibilidad de mejorar el sistema incrementando el número de barberos a 7, manteniendo una utilización efectiva del 65.85% y la cola vacía durante el 63.26% del tiempo de atención. Finalmente, se concluyó que la aplicación de la teoría de colas logró reducir el tiempo de espera a 0.07 horas por cada cliente de la empresa LIMA7BARBERSHOP.

**Palabras clave:** Promodel, simulación, teoría de colas, tiempos de espera, Winqsb

## **ABSTRACT**

The objective of the present investigation was to apply the queuing theory to reduce the waiting time of the clients in the company LIMA7BARBERSHOP. To fulfill this purpose, an experimental research was carried out with a pre-experimental design, applying a pre-test and post-test, a population equivalent to 2265 clients was determined and a sample size of 513 clients was calculated; which were selected in a stratified manner taking into account the average attendance of each day and shift of the week. Among the most relevant results it can be mentioned that, before the application of the theory of queues, the company had 6 barbers and each client had to wait 0.20 hours on average to be attended. In order to improve the functioning of the system, it was initially identified that the arrival times showed an exponential behavior and the service service times a normal distribution. Through Winqsb, it was possible to determine that the system had a utilization of 82.39% and a 55.25% probability of finding the occupied space was presented. Later, using a simulation in Promodel, the possibility of improving the system was estimated by increasing the number of barbers to 7, maintaining an effective utilization of 65.85% and the empty queue during 63.26% of the attention time. Finally, it was concluded that the application of the queuing theory managed to reduce the waiting time to 0.07 hours for each client of the company LIMA7BARBERSHOP.

**Keywords:** Queue theory, Winqsb, waiting times, simulation, Promodel

## **I. INTRODUCCIÓN**

La presente investigación resultó de suma importancia ya que la teoría de colas, desde un punto de vista cuantitativo, es de gran aporte para elevar la satisfacción de cliente; esto debido a que la formación de colas en determinados negocios de servicio impacta directamente en la opinión del consumidor y puede, incluso, influir en la decisión del mismo sobre volver o buscar una empresa competidora.

Los tiempos de espera vienen a ser el tiempo en el cual el consumidor de algún servicio espera a ser atendido, siendo este un indicador primordial para el cálculo correcto de teoría de colas, de esta manera ayuda a corregir los tiempos y se evalúa y valor entre el costo y tiempo de espera del sistema. Al respecto, la presente investigación resultó de vital importancia para determinar, cuantitativamente, aquel tiempo que el cliente de la empresa LIMA7BARBERSHOP empleaba cuando acudía por el servicio de corte de cabello y sobre todo para establecer si dicho tiempo de espera estaba beneficiando directamente a la comodidad de los clientes que acudían con mayor frecuencia al local y si, de manera contraria, dichos tiempos estaban afectando la fidelización de los clientes que se acercaban por primera vez a la empresa.

Es por ello que el estudio estuvo enfocado en la evaluación de las alternativas para mejorar el funcionamiento del sistema de colas de la empresa y, de esa manera, generar un impacto positivo en los tiempos de duración asociados a la espera del cliente cuando el local estaba en un 100% utilizado. Entonces, entre los resultados esperados de la investigación, se consideró indicadores tales como: utilización porcentual del sistema, los tiempos de espera promedio, número de servidores para el sistema de colas, entre otros.

### **1.1. Realidad problemática**

A nivel internacional, el auge de las barberías ha ido de la mano con el aumento en consumo de productos para el cuidado personal masculino. Según la compañía de investigación Euromonitor, este mercado tiene un valor de 8 mil millones de dólares para la belleza masculina en América Latina, mientras que la consultora internacional Kline estima que el segmento de productos profesionales para el cuidado del cabello aumentó más de 9% en el 2016 (Estados Unidos) y cerca del 6% (Europa). Muchas empresas que se dedican a las actividades de servicio a los usuarios, están en busca de incrementar su competitividad a través de la calidad en la atención. Es por ello que requieren

contar con trabajadores idóneos y comprometidos con la calidad, es decir que no sólo cubran los requerimientos del usuario, sino que, lleven a cabo actividades que estén por encima de sus expectativas, incrementando los niveles de satisfacción y generando una fidelización del cliente. Bitran, Ferrer, Rocha y Oliveira (2008) mencionan que la mayoría de las prestaciones de servicios se alargan, y eso puede afectar a cómo el cliente valore retrospectivamente su experiencia. Saber cómo controlar los tiempos en cada paso del proceso y mejorar la experiencia global del cliente puede reportar una ventaja competitiva a las empresas de muchos sectores. Los clientes valoran la experiencia para compartirla con otros (boca-oreja) o para decidir si volverán a pasar por ella (intenciones de comportamiento). De ahí, la importancia de que el recuerdo sea positivo para el cliente.

Muchas empresas han llevado a cabo esfuerzo por mejorar sus sistema de colas, entre ellos, se puede mencionar a los supermercados Kroger Co. quienes llevaron a cabo la instalación de cámaras térmicas en muchas de sus 2.400 filiales. Dichas cámaras, en conjunto con el uso de un software que estudia la información recopilada por las cámaras, han logrado minimizar los periodos generados por espera en colas pasando de 4 minutos a tan sólo 26 segundos. Las encuestas que se llevaron a cabo a los clientes antes y después de la ejecución del sistema, confirmaron que la experiencia durante la compra se ha favorecido notablemente. Un caso similar sucedió con McDonalds, empresa que utiliza un sistema rápido para la gestión de sus pedidos el cual permite elegir lo que se va a consumir a través de la utilización de un dispositivo con pantalla táctil, brindando la facilidad de que el trabajador prepare el pedido mientras el cliente está pagando. Otro caso que se puede mencionar es el de Wal-Mart Stores Inc., que permite escanear los productos que se desea comprar para acelerar el proceso de pago con su sistema “Scan & Go” (Counterest. net, 2017)

A nivel nacional, actualmente el mercado de barbershop viene en aumento y el de las peluquerías han perdido fuerza, no obstante, estas últimas compiten ejerciendo presión en precios bajos, mas no, son prósperas. En este nivel existen cadenas de Peluquerías y Barberías, siendo la cadena que más se acerca Lima

32 y Montalvo Formen. La tendencia de Barbershop llego a Perú en el 2010 y ha ido en aumento. Los mercados van madurando a razón de 3 años por ciudad según tamaño. Se prevee una mayor competencia tras aperturas de nuevas Barbershop en su mayorías pequeñas y unitarias, pero esas pequeñas representan un gran volumen de sustitutos. Con respecto a las cadenas como SOHO COLOR y MONTALVO FORMEN no se ve que evolucionen positivamente.

También se puede evidenciar esa preocupación por mejorar la comodidad de los clientes y evitar enormes colas; por ejemplo, El Diario El Comercio (2015) indicaba que: “Los bancos están reemplazando las armas de los precios por las de la expansión de los canales no tradicionales, con el fin de ganar la guerra por la mayor cuota de mercado. Actualmente, cinco ciudades del país concentran el 84% de los préstamos de consumo, con Lima a la cabeza (72%) seguida de Arequipa (3,7%), La Libertad (3%), Piura (2,9%), y Lambayeque (2,4%) y en estas plazas, los jugadores que han sacado ventaja son los que han aumentado su red y han dejado la oficina por los canales virtuales”; es decir, aquellas entidades financieras que han estado usando como estrategia el evitar el exceso de colas en sus agencias han logrado sobresalir en la posición dentro del mercado financiero. Incluso la problemática de las colas, en algunos rubros como el financiero y de telecomunicaciones, ha sido abordado por iniciativas gubernamentales. Sobre este punto, se puede mencionar la información incluida por Gestión (2016) donde se detalla la propuesta del congresista Juan Carlos González presentada en el proyecto de ley N° 732/2016-CR y que busca modificar el artículo 47 del Código de Defensa del Consumidor; todo ello con la finalidad de reducir las colas que se producen al momento de que los usuarios acuden a las empresas para algún tipo de reclamo. De esta manera, si se contrata mediante puntos de venta (módulos), central telefónica, internet, mensaje de texto o cualquier otro medio similar, algún producto o servicio, las empresas tienen la obligación de atender los requerimientos de los clientes por los mismos medios. Según, se mencionó en el proyecto de Ley, en el análisis costo beneficio se ha realizado un ejercicio según el cual las más de 36 millones líneas de celulares harían perder a sus clientes al menos S/ 161 millones en horas hombre al año. El servicio brindado en barbershop proporciona a los usuarios

masculinos, un lugar exclusivo para ellos , además de la privacidad y el asesoramiento personalizado que se les brinda. Historicamente las Peluquerías tradicionales imperaron en el mercado por muchos años. Fueron negocios muchos de ellos familiares y unitarios, siendo muy pocos que aprovecharon las tendencias de cadenas de peluquerías.

A nivel local, la empresa Lima 7 Barbershop Chimbote cuenta con 1 competidor directo que a sido colaborador directos de la empresa, este al retirarse a la Barba Roja Barbershop logró llevar parte de su cartera de clientes, logrando así una pérdida de 4 clientes por semana, generando una pérdida de aproximada de 580 soles mensual dependiendo del servicios q estos de realicen, también se an generado pequeños espacios de barberías como la Barberia del Santa, New York. Existen algunos sustitutos en Chimbote y cada vez son más. Una Barbershop que compita directamente con L7 aun no lo hay pero solo es cuestión de tiempo. La empresa trabaja en la modalidad de destajo al 50% de porcentaje por servicio, es decir, si un corte de cabello está costando 20 nuevos soles (10 soles queda para la empresa y 10 soles para el colaborador o barbero), cabe recalcar que cada integrante del equipo realiza el cobro de su día de trabajo diariamente al finalizar la jornada. Los horarios de trabajo son de 10am a 9:50pm, contando con su respectivo día libre.

Desde sus inicios Lima 7 barbershop empresa Peruana que se fundadó en el año 2016, incrita el mismo año como persona natural con negocio. Como empresa se buscó salir de lo común y brindar un lugar acogedor, un espacio exclusivo para el cliente masculino donde el mismo no solo venga por un corte de cabello, sino que el cliente sienta confort por un precio económico en un lugar agradable donde hay buena música, buen servicio y muchas promociones, entre ellas el 5to corte de cabello totalmente gratis. La ubicación estratégica, el marketing, la disciplina inculcada a cada colaborador fueron piezas claves en la rápida aceptación del público Chimbotano y aledaños.

La empresa es relativamente joven y debido a la gran afluencia de público empezó a presentar, como principal problemática, el tiempo de espera que cada cliente esta dispuesto a esperar por un determinado servicio, además, solo

contaba con la mano de obra de 6 barberos fijos y 2 barberos suplentes que cubren en los días de descansos. Sin embargo, a pesar de ello se venía observando que el equipo que conforma la barbería no lograba abastecerse, y dicha deficiencia se presentaba en repetidas ocasiones incumpliendo con la demanda de clientes, lo cual a su vez generaba molestias, quejas, abandono del local de clientes (Se pierden 2 clientes en el mes por cansancio del integrante del equipo = ). En muchos casos, la decisión que tomaba el cliente era abandonar el local y buscar otras alternativas lo cual generaba pérdidas económicas, y a su vez se veía reflejado en el número de clientes que dejaron de visitar la barbería.

El problema de colas en el local se ve reflejado en el libro de reclamaciones (5 clientes desconformes en los primeros 8 meses) y las quejas en la página de la empresa (3 cliente en los 4 primeros meses), pérdidas en efectivo de 640 soles. Las reclamaciones hechas, en algunos casos, por inconvenientes entre los clientes al querer ser atendidos en un orden que no les correspondía y con la intención de acortar los tiempos de espera; es decir que, los tiempos de espera se presentaban como una fuente de impaciencia entre los clientes que no estaban fidelizados con la marca de la empresa o que son atendidos por primera vez; ya que este detalle no se suele presentar en clientes con una asistencia asidua y constante. Ante dicha situación, el problema generado es que se mantiene una cartera de clientes pero no se logra incrementar el número de usuarios ya que la empresa basó su estrategia en la calidad del servicio pero debido a la demanda inesperada no se ha podido calcular eficientemente el número de trabajadores necesarios para ofrecer un servicio con estándares de calidad elevados y que al mismo tiempo sean rápidos en comparación con la competencia. Otra observación que juega en contra de la empresa aunque en menor valor es la atención que el cliente recibe del barbero y de la cajera recepcionista, aquí se observa una pérdida de 2 clientes por mes = 160 soles en pérdida que la empresa busca subsanar a base de capacitaciones al personal y así poder contar con el personal idóneo.

Una observación preliminar permitió conocer que los tiempos actuales de determinados servicios varían entre de 30 a 40 minutos, depende de la complejidad del corte de cabello, es decir, el tiempo que debe esperar el próximo cliente en cola de espera por un servicio se estimó en un aproximado 40 minutos. Por ende y debido a la pérdida de clientes se estableció la necesidad que se aplique la teoría de colas buscando reducir el tiempo de espera de los clientes en la empresa Lima 7 BarberShop Chimbote. Además de ello, el problema también está delimitado a incrementar el número de barberos logrando reducir los tiempos de espera pero sin perder la eficiencia en la utilización del sistema lo cual podría generar un descontento entre el personal debido a que el tiempo de servicio podría disminuirse afectando la remuneración diaria de los mismos.

## **1.2. Trabajos previos**

### **Internacionales**

Cazorla (2014) en su trabajo investigativo titulado “Análisis estadístico mediante teoría de colas para determinar el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del Hospital Provincial General Docente de Riobamba”, Su objetivo fue implementar el análisis estadístico, No paramétrico y un estudio de Modelos de Espera para referir el Nivel de Satisfacción del paciente atendido en el Departamento de Admisiones del Hospital Provincial General Docente de la ciudad de Riobamba. Los datos fueron obtenidos mediante encuestas y fichas de tiempo creados en el software Microsoft Excel obteniendo 964 pacientes para inferir mediante estadística descriptiva e inferencial. Se concluye que este modelo de colas  $M/M/1$  el valor esperado de número de pacientes en el sistema ( $L$ ) es de 16 pacientes, el número de pacientes en la cola ( $L_q$ ) es de 15 pacientes el tiempo medio de espera que tiene el paciente en el sistema ( $W$ ) es de: 9.33 min. Con respecto a el tiempo estimado de espera de un paciente, el valor inicial en cola fue de 8.78 min pero realizando el estudio de colas con dos servidores o sea  $M/M/2$  el tiempo medio de espera que tenía que emplear cada paciente en el sistema ( $W$ ) se redujo hasta llegar los 3.60 min, el tiempo medio de espera de un paciente en la cola ( $W_q$ ) logró minimizarse hasta llegar a los 3.05 min.

Galindo (2003) en su investigación denominada “Aplicación de la teoría de colas de espera en el proceso de carga a los vendedores en el segmento a detalle en una empresa comercializadora de botanas”, teniendo como finalidad principal la aplicación de la teoría de líneas de espera en el proceso de carga a los vendedores en el segmento a detalle en una empresa mercantilizadora de botanas. El esquema general del proceso de carga analizado estaba compuesto por cuatro estaciones dispuestas en serie, éstas son: la bancaria, la de pedidos, la de preparación del pedido y la de revisión final. Previo a aplicar modelos específicos para determinar los parámetros en cada estación se efectuó una prueba conocida como bondad del ajuste, el objetivo de esta es garantizar que no exista desviación significativa entre los datos reales y los teóricos. Luego para poder llegar a determinar los parámetros, se efectuó el análisis por separado para cada estación aplicando algún modelo específico, según las condiciones lo requerían. Con respecto a los tiempos, el estudio mostró como resultado que se utilizaba un tiempo promedio de espera en cola de 1.48 horas y luego de una análisis de sensibilidad se pudo calcular la reducción de 1 tiempo con el incremento de trabajos en las atención logrando reducirse a 0.96 horas, es por ello que la investigación concluyó que era necesario el incremento de número de trabajos para agilizar las operaciones de la empresa.

### **Nacionales**

Bazán y otros (2016) en su investigación denominada “Propuesta de mejora basada en la teoría de colas para la atención de los usuarios de ventanilla preferencial del banco de la nación en la gencia 3 José Leonardo Ortiz”, cuyo objetivo primordial de la investigación fue sugerir mejoras al sistema de atención del público en la ventanilla preferencial basada en la teoría de colas del Banco de la Nación de la agencia “3” del distrito de José Leonardo Ortiz en la ciudad de Chiclayo; para lo cual, se ha tomado como apoyo conceptual la Teoría de Colas y la implementación de la herramienta del simulador Simio. De igual manera, es importante tomar en cuenta los detalles que hablan de calidad de servicio de la agencia en base a la apreciación del usuario. Por ello, se implementó el modelo de brechas de Zeithaml, que se basa en el cruce de las expectativas y percepciones de los clientes para medir la calidad. Una vez

analizado los resultados del estudio, se pudo determinar que inicialmente los tiempos de espera tenían un promedio de 43.72 minutos, un máximo de 66.62 minutos y un mínimo 26.13 minutos, los cuales, con el incremento de servidores, lograron reducirse dichos tiempos de espera a un valor promedio de 32.77 minutos, un máximo de 55.09 minutos y un mínimo de 15.75 minutos. El estudio concluyó que con 4 ventanillas adicionales se lograba reducir los tiempos de espera en cola y de la misma manera mejorar el nivel de satisfacción del cliente en la empresa.

Según Moquillaza (2008) gracias al estudio realizado por la Universidad Católica del Perú en su tesis “Mejora en el nivel de atención a los clientes de una entidad bancaria usando simulación”, ejecutó los estudios de las pilas de espera en las entidades ya sean públicas o privadas, cuyo fin de realizar mejoras en indagación de la minimización del tiempo de espera de los usuarios. El estudio se basó en el análisis de las extensas pilas generadas únicamente en las ventanillas de alguna entidad. Para ello reunieron la información necesaria de la base de datos del Sistema Administrador de Colas y se creó un modelo que muestre la situación actual mediante simulaciones. El programa a aprovechar para esto fue el software ARENA 9, la opción elegida fue la que garantizó un menor costo de espera y mejoró notoriamente los indicadores rentables de la oficina, evitando la necesidad de hacer gastos adicionales al contratar nuevo personal. Entre los resultados, la investigación determinó tres tipos de clientes y cada uno con tiempos de espera distintos: el cliente 1 con 3.29 minutos, el cliente 2 con 7.45 minutos y el cliente 3 con un promedio de 11.03 minutos. Es por ello que se elaboró distintas estrategias para tipo de cliente logrando reducir los tiempos entre el 8% y 10% para el cliente 1, un 6% para los clientes tipo 2 y un 10.5% para los clientes tipo 3. En base a dichos resultados, el estudio concluyó que haciendo una diferenciación de clientes se podía mejorar el sistema de colas reduciendo la inversión en personal adicional.

Villasante y otros (2015) en el trabajo cuyo título fue “Optimización de colas y redistribución de planta del sistema de inspección técnica vehicular en la empresa Cusco Imperial S.A.C” debido al progresivo aumento de autos y la

demanda del parque automotor existente en la ciudad del Cusco. La inspección técnica vehicular era de carácter forzoso e obligatorio en cada país, cada vehículo mayor o igual a 3 años de antigüedad estaba obligado a pasar inspección técnica vehicular, lo cual originaba largas colas de espera y por ende surgió la incomodidad del público demandante por el exceso de tiempo muerto. En la presente tesis se tuvo como objetivo principal presentar propuestas de mejora para enfrentar cada una de las causas de demora en el proceso de revisión técnica vehicular. Para este fin se utilizó herramientas como la teoría de colas y la distribución de planta con el fin de mejorar el sistema de revisión técnica vehicular. Inicialmente mediante un diagnóstico de la situación actual se pudo diagnosticar las causas fundamentales del retraso en el proceso de revisión vehicular. Se procedió, luego, a hacer el estudio de tiempos para implantar los tiempos de la realización de cada etapa del proceso los cuales fueron la base para calcular las características de las colas que se originan durante el proceso. En el caso de los datos obtenidos para los tiempos de esperas, el estudio pudo determinar que cada vehículo debía esperar en promedio 0.73 minutos y permanecía en el sistema un total de 2.39 minutos, asumiendo un costo total de espera de 42.50 soles por hora. Posteriormente, la investigación determinó que el número óptimo era de dos servidores estimados reducir los tiempos hasta 0.14 minutos en la cola y 0.59 minutos en el sistema.

Arista (2016), en tesis titulada “Aplicación de la teoría de colas al problema de atención al cliente para la optimización del número de cajeros en ventanillas en la organización BCP”, el cual tuvo como objetivo principal el dar solución al problema de la optimización del número de cajeros en ventanilla que minimice los costos de espera y los de servicios en la organización BCP, llegándose a la conclusión posterior al desarrollo de los procesos de investigación que La herramienta de la simulación planteada a presente trabajo de investigación, permitió obtener resultados prácticos que optimizaron el número de servidores en ventanilla en la organización BCP, además de ello la simulación permitió obtener con facilidad la minimización de los cajeros en el sistema de espera de la organización. En el caso de los tiempos de espera, los tiempos lograron reducirse pasando de 39.81 minutos promedio por cliente a 27,08 minutos

promedio por cliente. Es por ello, que el estudio concluyó que la simulación a través de la programación con SIMIO contribuía a la mejora en los indicadores de un sistema de colas.

### **Locales**

Navarro (2017) en su trabajo titulado “Teoría de colas para el mejoramiento del proceso de atención del área de plataforma. La Positiva Seguros y Reaseguros. Chimbote, 2016”, presentado en la Universidad César Vallejo Filial Chimbote para optar el título de ingeniero industrial, empleó un diseño pre experimental con una muestra de 132 usuarios y sobre los cuales se aplicó un cuestionario para medir el proceso de atención que recibían. Con respecto al procesamiento de datos se utilizaron software como IBM SPSS v 21, Excel, XLSTAT, WinQSB, Stat fit. . Como conclusión del estudio, determinó que el proceso de atención diseñado y basado en la teoría de colas identificó la situación actual en la que se encontraba el servicio en el área de Plataforma, así como el comportamiento de las tasas de arribo, servicio y espera, a fin de establecer propuestas de mejora que permitieron contribuir con el proceso de atención de los usuarios reduciendo los tiempos de espera en un 89%.

Por otro lado, Huaman (2017) en su trabajo titulado “Teoría de colas en la atención de combustible Diesel B-5 y satisfacción del cliente. Empresa terminales del Perú. Chimbote, 2016”, presentado en la Universidad César Vallejo Filial Chimbote para optar el título de ingeniero industrial, empleó un diseño pre experimental y con una muestra de 354 vehículos sobre los cuales midió sus respectivos tiempos de arribo y tiempos de servicio. Como conclusión del estudio, logró reducir los tiempos de espera en un 80% pasando de 66.43 minutos a tan solo 17.76 minutos. Además de ello mencionó que las mejoras mencionadas afectaban de manera positiva a la expectativa ya que de esta manera los clientes tendrían una mejor satisfacción con una alta expectativa en el servicio del tiempo de espera en las colas y por lo tanto añadió como conclusión que al disminuir el tiempo de espera se había mejorado la calidad del servicio.

De la misma manera, Vereau (2016) en su trabajo titulado “Teoría de colas en la atención de las cajas registradoras para incrementar la satisfacción del cliente. Tottus S.A. Chimbote, 2016”, presentado en la Universidad César Vallejo Filial Chimbote para optar el título de ingeniero industrial, empleó un diseño pre experimental con un tamaño de muestra de 385 clientes y se utilizó software como WinQSB, SPSS, XLSTAT, ProModel y Excel. Mediante la simulación de Montecarlo determinó la habilitación de un servidor adicional, además del número de clientes en cola fue de 1.96, tiempo de espera en cola de 4.34 minutos, el tiempo de atención de 3.36 entre otros, con esa información se contrastó con las respuestas de los clientes quienes manifestaron las expectativas que tenían en comparación con lo recibido, entonces, se concluyó que al ejecutar la presente investigación la satisfacción del cliente pasaría del 15.814% inicial al 76.73% de clientes satisfechos y los tiempos de espera tendrían un valor de 3.33 minutos por cada cliente.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

La teoría de colas o teoría de las líneas de espera están basadas en los estudios de A.K.Erlang, Este ingeniero danés quien trabajó en una compañía de telefónica, es aquí donde comienza a estudiar la espera de los clientes que solicitaban una llamada para ser atendidos. Cao (2002) menciona: “a la teoría de colas como una colección de modelos matemáticos que describen sistemas de línea de espera particulares o sistemas de colas, con el fin de analizar varios procesos, tales como el tiempo de espera medio en las colas o la capacidad de trabajo del sistema sin que llegue a colapsarse, también sirven para hallar un buen compromiso entre costes del sistema y los tiempos promedio de la línea de espera para un sistema dado; está estimado como una de las técnicas de análisis cuantitativo más antiguas y que se utilizan con mayor asiduidad”. Entonces, la teoría de colas tiene mucho que ver con los modelos matemáticos enfocados en el mejoramiento del uso de la capacidad de un sistema determinado; en este caso, del número de servidores destinados para la atención de una cola dada.

Desde el punto de vista de un modelo de espera o cola, Gómez (2008) dice que: “Una situación de línea de espera se genera de la manera siguiente: cuando el

cliente llega a la agencia se forma en una línea de espera o cola; el promotor elige a una de las personas que esperan para comenzar a prestar el servicio (sistema primero en llegar, primero en salir). Al culminar un servicio, se repite el proceso de llamar a un nuevo usuario (que espera en la fila). Se supone que no se pierde tiempo entre el momento en que un cliente ya atendido sale de la instalación y la recepción de uno nuevo de la línea de espera”. La nomenclatura que, generalmente, se utiliza para resolver problemas de teorías de colas es:  $\lambda$  que es la tasa promedio de llegadas en la unidad de tiempo,  $1 / \lambda$  que es el tiempo entre llegadas de los clientes,  $\mu$  que es la tasa promedio de servicio,  $1 / \mu$  que es el tiempo de servicio,  $S$  que es número de servidores,  $Lq$  que es el número esperado de clientes en la fila,  $W$  que es el tiempo estimado de espera en el sistema y  $Wq$  que es el tiempo estimado de espera en la fila.

Un cliente, dentro de un sistema de colas, es todo individuo de la población potencial que solicita servicio. Suponiendo que los tiempos de llegada de clientes consecutivos son  $0 < t_1 < t_2 < \dots$ , será importante conocer el patrón de probabilidad según el cual la fuente de entrada genera clientes. Lo más habitual es tomar como referencia los tiempos entre las llegadas de dos clientes consecutivos: consecutivos: clientes consecutivos:  $T\{k\} = t_k - t_{k-1}$ , fijando su distribución de probabilidad. Normalmente, cuando la población potencial es infinita se supone que la distribución de probabilidad de los  $T_k$  (que será la llamada distribución de los tiempos entre llegadas) no depende del número de clientes que estén en espera de completar su servicio, mientras que en el caso de que la fuente de entrada sea finita, la distribución de los  $T_k$  variará según el número de clientes en proceso de ser atendidos (Taha, 2004).

Por otro lado, la capacidad de la cola es el máximo número de clientes que pueden estar haciendo cola (antes de comenzar a ser servidos). De nuevo, puede suponerse finita o infinita. Lo más sencillo, a efectos de simplicidad en los cálculos, es suponerla infinita. Aunque es obvio que en la mayor parte de los casos reales la capacidad de la cola es finita, no es una gran restricción el suponerla infinita si es extremadamente improbable que no puedan entrar clientes a la cola por haberse llegado a ese número límite en la misma (Gómez, 2008).

Otro concepto importante, es que el tiempo de servicio comprendido por la duración del momento que pasa desde que empieza el servicio para el cliente hasta su fin en la estación. Por esta razón es que la mayor parte de los modelos elementales de colas suponen que las entradas (llegadas de clientes) y las salidas (clientes que se van) del sistema ocurren de acuerdo al proceso de nacimiento y muerte. (Hillier y otros, 2010). Un proceso de nacimiento y muerte se encuentra entre los procesos estocásticos de tiempo continuo, donde siempre el estado del sistema está dado por un entero no negativo. Winston (2005) menciona que: “Dicho proceso de nacimiento y muerte se da en términos probabilísticos, la variación de  $N(t)$  con respecto al tiempo. Siendo más precisos, los nacimientos y muertes ocurren de manera aleatoria y sus tasas de ocurrencias dependen del actual estado del sistema”.

Además, en la teoría de colas  $\lambda$  y  $\mu$  son, respectivamente, la tasa media de llegada y la tasa media de terminaciones del servicio, para “n” clientes en el sistema. Según Taha (2004) lo anterior implica que: “Cualquier proceso de nacimiento y muerte queda completamente determinado al conocerse  $\lambda$  y  $\mu$ ; además, como todos los estados son no negativos, se tiene que  $\mu = 0$ . Siendo más específicos, los procesos de nacimiento y muerte encajan dentro de las cadenas de Markov de tiempo continuo, son fundamentales para tener un entendimiento de los procesos de estado estable”. Por otra parte, Krajewski y otros (2000) indican que: “En las colas especializadas de Poisson cuando hay “c” servidores en paralelo. Un cliente en espera se selecciona de la cola para iniciar su servicio en el primer servidor disponible. La frecuencia de llegadas al sistema  $\lambda$  clientes por unidades de tiempo. Todos los servidores están en paralelo y son idénticos, lo que quiere decir que la tasa de servicio en cualquier servidor es  $\mu$  clientes por unidad de tiempo. La cantidad de clientes en el sistema incluye, por definición, los que están en el servicio y los que esperan en la cola”.

También se puede definir a las líneas de espera como un episodio cotidiano, que afecta a los usuarios que diariamente se ven afectados por las actividades habituales, por ejemplo, cuando van de compras a los supermercados, a abastecimiento de combustible, a hacer depósitos bancarios, o bien, a quienes

esperan en el teléfono a que conteste la primera operadora disponible para hacer su reservación en un cine, en un hotel, etc. El Tiempo de espera es un tiempo aleatorio y viene a ser el tiempo en el cual el cliente espera a ser atendido o despachado, este es un indicador principal para el cálculo correcto de teoría de colas, y poder corregir los tiempos y así poder obtener el tiempo promedio que debería de ser para un sistema dado (Díaz y otros, 2010).

Las líneas de espera (o teoría de colas) describen un tema común que se visualiza en las largas filas en los diferentes establecimientos que visitamos diariamente, con la fila de usuarios que esperan a ser atendidos en una ventanilla, en la elaboración de algún producto semielaborados que esperan su turno para poder ser procesados en la máquina siguiente. Un supermercado, un centro médico, un banco, un aeropuerto, un peaje de autopista, la barra de un bar, un servicio de atención telefónica, o en programas de ordenador, las acciones cotidianas en nuestro día a día son ejemplos de líneas de espera. Naturalmente, toda la línea de espera podría evitarse asumiendo el coste de personal adicional en grandes almacenes o lugares más sofisticados. El dar un determinado nivel de servicio tiene un coste extra para el empresario, pero el hacer esperar al “cliente” tiene otro; estos son comúnmente llamados “costos de espera”, y pueden tomar la forma de un consumidor que desiste de esperar por un servicio debido al prolongado tiempo muerto, o la forma de costes financieros de materias primas que tras haberse adquirido esperan un improductivo mes antes de ser elaborados (Vértice, 2008, p. 53).

El patrón de las tasas de llegada. Puede ser aleatoria –definida o indefinida- (caso en el que trabajamos con funciones estadísticas de probabilidad) o conocida. Por ejemplo: una máquina se para y está esperando atención → se pueden tener los datos concretos (conocida) o atender a la probabilidad de que eso ocurra (aleatoria). El patrón de la tasa de servicio. De la misma manera puede ser conocido o aleatorio. El número de unidades de servicio. Determinado por problemas del tipo ¿cuántos trabajadores son necesarios para la operación de un determinado número de máquinas? Se diferencia entre un solo servicio y las operaciones multiservicios.

El patrón de la selección de servicio. Alude a las prioridades de atención de pedidos. No siempre se recurre a la táctica evidente de atender primero al que primero llegó. Hay multitud de razones para programar la operación con una alternativa. El dar un determinado nivel de servicio tiene un coste extra, pero el hacer esperar al “cliente” tiene otro; estos son llamados “costos de espera”, y pueden tomar la forma de un usuario que renuncia a la compra o servicio por no soportar el prolongado tiempo de espera, o la forma de costes financieros de materias primas que tras haberse adquirido esperan un improductivo mes antes de ser elaborados.

León (2003) da a conocer que: “El costo de esperar se basa en la cantidad promedio de unidades en el sistema, incluye el tiempo transcurrido esperando en pilas más el tiempo que transcurre siendo atendido. De tal forma que un modelo de costos en pilas de espera busca equilibrar los costos de espera contra los costos de incrementar el nivel de servicio, es así que conforme crece el nivel de servicio, los costos de este también crecen y disminuye el tiempo de espera de los clientes”.

El **Tiempo de espera** es un tiempo aleatorio, viene a ser el tiempo en el cual el cliente espera a ser atendido o despachado, este es un indicador principal para el cálculo correcto de teoría de colas. Las líneas de espera (o teoría de colas) describen a un tema habitual que se observa con la pila de usuarios que esperan a ser atendidos en una ventanilla. Con los productos semielaborados que aguardan para poder ser procesados en la siguiente estación. Un supermercado, un centro médico, un banco, un aeropuerto, un peaje de autopista, la barra de un bar, un servicio de atención telefónica, o un programa de ordenador, son todos ellos ejemplos de líneas de espera. Evidentemente, toda pila de clientes podría evitarse asumiendo el coste de personal adicional e instalaciones mayores o más sofisticadas. Pazos (2003) menciona que: “En teoría de la probabilidad, en particular en el estudio de los procesos estocásticos, el tiempo de espera (también conocido como tiempo de Markov) es un tipo específico de tiempo aleatorio. La teoría del tiempo de espera puede ser analizada en probabilidad o en estadística, notablemente a través del teorema de la parada opcional. Además, los tiempos

de espera son frecuentemente aplicados en pruebas matemáticas para controlar el continuum de tiempo”.

Por otro lado, como es bien sabido, en todos los procesos de cierta complejidad los tiempos de espera son mucho mayores que los tiempos en que se realiza una actividad de servicio; usualmente estos tiempos muertos superan con creces el 80% del tiempo total del proceso. En ocasiones pueden llegar al 90% o incluso más. Este fenómeno, además, está íntimamente ligado al grado de utilización que se esté haciendo del sistema productivo: a mayor utilización, mayor tiempo de espera, tiempo que aumenta, además, de modo no lineal con cada unidad de incremento de la utilización (Eppen, 2000).

Desde el punto de vista psicológico, desconocer el tiempo de espera lo hace parecer más largo: este es uno de los generadores de ansiedad más fuertes, y esta generado por la incertidumbre. Por ejemplo, cuando se tiene una cita, el tiempo de espera hasta la cita, como regla general no genera ansiedad porque es conocido, pero una vez traspasada la hora de la cita, y se desconoce en qué momento ésta será realizada, provoca un aumento de la incertidumbre. En ocasiones ya se puede presentar una ansiedad previa si anticipa el retraso. La estrategia consiste en eliminar la incertidumbre hasta donde sea posible, y esto pasa por informar periódicamente sobre la mejor estimación del retraso. Cuanto más valioso se considera el servicio, más benévolo se es con las esperas: dicho de otra manera, la tolerancia a la espera depende del valor percibido del servicio

Dentro de las definiciones de la teoría de colas el tiempo promedio de espera en fila o cola es una de las variables que estima el promedio de permanencia de los clientes mientras esperan por ser atendidos ( $W_q$ ) y el cual es calculado al dividir el numero promedio de clientes promedio en la fila ( $L_q$ ) entre el flujo de clientes que entran cuando hay  $n$  clientes en el sistema ( $\lambda$ ). Sin embargo, no debe ser confundido con el tiempo promedio que se podría obtener al medir los tiempos producto de un muestreo de  $n$  clientes en un lapso determinado; en este caso, se estaría hablando de un promedio simple y cuyo valor podría asemejarse al obtenido con la formula descrita en la parte superior.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿De qué manera influye la aplicación de la teoría de colas en la reducción del tiempo de espera de los clientes en la empresa Lima7Barbershop Chimbote en el año 2018?

#### **1.5. Justificación del estudio**

La empresa Lima7barbershop Chimbote, dedicada exclusivamente al cuidado de la imagen del hombre actual. La marca e imagen de la misma tiene prestigio ganado, así lo avala su extensa cartera de clientes habituales. Lima7barbershop busca posicionarse es por ello que vigila cada aspecto a mínimo detalle: en salud, integridad de cada barbero, en el aspecto medio ambiental, RRHH, entre otros detalles.

En el aspecto social, se buscará mejorar la calidad del servicio mediante la teoría de colas, comúnmente se viene utilizando para entidades financieras y supermercados de diferentes rubros, en este caso es para servicio de barbería ya que ofreceremos servicio en cortes de cabellos clásicos, cortes de cabellos urbanos a los cortes o diseños más extravagantes. Implementando una diferente forma de llevar el cabello, y se tuvo buena acogida al llegar a Chimbote. Es de suma importancia controlar el tiempo del que un usuario está dispuesto a esperar por un servicio.

En el aspecto tecnológico, se utilizó softwares que lograrán obtener soluciones que mejorarán de la atención y así reduciremos el tiempo de espera de nuestros clientes, en este caso como el winqsb, el cual de forma automática nos brinda herramientas para la toma de decisiones y resolver distintos tipos de problemas, respecto a los datos de la empresa, nos brindan un registro completo en lo cual nos ayuda en esta investigación.

En el aspecto económico, Los servicios que brinda Lima7Barbershop son a precios muy económicos y accesibles al público en general, lo que la empresa busca es brindar un buen servicio, el hecho de tener precios accesibles no significa que el cliente deba esperar demasiado tiempo por un servicio, ya sea por falta de barberos, o falta de espacio para la implementación de nuevos

módulos. Con la aplicación de teoría de colas se reducirá el tiempo de espera de los clientes en la empresa Lima7BarberShop Chimbote 2018.

En el aspecto laboral, al tener clientes satisfechos generamos más servicios para nuestros colaboradores el cual generaría un ambiente cómodo, un buen clima laboral lo cual es lo deseable y mayor rentabilidad.

Los resultados que se obtendrán producto de las investigaciones realizadas, al mismo tiempo de la importancia del análisis de estos resultados, generará una solución lógica referido al tiempo de atención en el mencionado rubro, dado que en la actualidad aún no se ha realizado estudios referidos al tema. Así mismo el presente proyecto de investigación dará lugar a nuevas bases teóricas, además de que los resultados arrojados producto de la investigación, las mismas que servirán para investigaciones futuras, al mismo tiempo las presentes investigaciones generarán nuevas estrategias que pueden optar las empresas de este rubro. Entre tanto aporta información que permitirá evidenciar la causalidad de la teoría de colas, donde las variables sirven de referencia para posteriores investigaciones en este ámbito, tanto en el plano local, regional y nacional.

## **1.6.Hipótesis**

### **Hipótesis General**

La aplicación de teoría de colas reducirá el tiempo de espera de los clientes en la empresa Lima7Barbershop Chimbote 2018.

## **1.7.Objetivo**

### **Objetivo General**

- Aplicar la teoría de colas para reducir el tiempo de espera de los clientes en la empresa Lima7Barbershop Chimbote.

### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual en la empresa Lima7Barbershop Chimbote.
- Determinar los tiempos de espera actual de los clientes para obtener el servicio de corte
- Aplicar la teoría de colas en la empresa Lima7Barbershop Chimbote.

- Determinar el tiempo de espera después de aplicar la teoría de colas en la empresa Lima7Barbershop Chimbote.
- Evaluar los tiempos de espera en la empresa Lima7Barbershop Chimbote.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

**Aplicativa:** La siguiente investigación surge debido a la realidad problemática que está atravesando la empresa Lima7Barbershop Chimbote, La cual requiere reducir el tiempo de espera de los clientes al momento de optar por un servicio.

Con la aplicación de la teoría de colas, se redujeron los tiempos muertos y se aumentó la rentabilidad de la empresa y por ende del equipo de colaboradores.

**Explicativa:** Debido a que se utilizó la teoría de colas, la cual es la variable independiente, con el objetivo de reducir el tiempo de espera, variable dependiente. Está investigación estuvo destinada a buscar la razón de los fenómenos asentando las relaciones causa-efecto. Por lo que, los estudios explicativos, deben determinar las causas, los efectos, mediante la hipótesis, sus resultados y conclusiones que se dan en mayor rango de conocimiento.

**Pre-experimental: Con pre prueba y post prueba.**

$$G - O_1 - X - O_2$$

**M:** Lima7Barbershop Chimbote 2018.

**O<sub>1</sub>:** Tiempo de espera antes de usar el método de teoría de colas

**O<sub>2</sub>:** Tiempo de espera después de usar el método de teoría de colas

**X<sub>i</sub>:** Aplicación de la Teoría de colas

### 2.2. Variables

**Variable independiente:** Teoría de Colas

Es el estudio matemático de las colas o líneas de espera dentro de un sistema. Esta teoría estudia factores como el tiempo de espera medio en las colas o la capacidad de trabajo del sistema sin que llegue a colapsar.

Esta variable se puede medir a través de: Tasa promedio de llegadas, Velocidad media de servicio, Factor de utilización, Costos del sistema de colas.

**Variable dependiente:** Tiempo de espera (reducción de tiempo de espera). Es el tiempo que transcurre para que un cliente pueda ser atendido, la espera es considerada desde que el cliente entra al sistema (cola) hasta que recibe la atención. Esta variable se puede medir a través del Tiempo promedio de espera.

Tabla 1. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA
Teoría de Colas	Es el tiempo transcurrido desde la recepción de un pedido por parte de un cliente, hasta la entrega (a veces conocido como el tiempo de ciclo de pedido (OCT) Order Cycle Time) es crítico (Solé ,2013).	Teoría matemática muy importante utilizadas que describe y analiza el fenómeno de las líneas de espera o colas, que determina y optimiza los tiempos para reducir costes excesivos (Cueva, 2018).	Tiempo de arribo de clientes al sistema	Horas promedio entre llegadas $\lambda = \frac{60}{E(t)}$	Razón
			Tiempo de servicio	Horas promedio por cliente $\mu = \frac{60}{E(t)}$	
			Utilización del servidor	$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$	
			Capacidad del sistema	Numero de servidores + número máximo clientes en cola	
Tiempo de espera	Análizado en probabilidad o en estadística, notablemente a través del teorema de la parada opcional. Además, los tiempos de espera son frecuentemente aplicados en pruebas matemáticas para «controlar el continuum de tiempo» (Chung ,1982).	El tiempo de espera es el tiempo que un cliente espera a ser atendido en la empresa, en la cual se medirá mediante un cronometro y se registrará, para futuramente ser comparado y analizado para la optimización del sistema (Cueva, 2018).	Tiempo de espera	Tiempo de espera en la cola $Wq = \frac{Lq}{\lambda ef}$	
Tiempo de espera en el sistema $Ws = \frac{Ls}{\lambda ef}$					

**Fuente:** Referencias Bibliográficas

**Elaboración:** Propia

### 2.3. Población y muestra

**Población:** Se consideró como población los tiempos de esperas correspondientes a los clientes atendidos por la empresa Lima7Barbershop; en ese sentido, se tomó como referencia la asistencia de clientes correspondiente al mes de julio del año 2018, pudiéndose determinar el tamaño de población siendo N=2265; tal como se muestra en la Tabla 2:

**Tabla 2. Determinación del tamaño de la población**

Día de la semana	Turno	$\sum$ Clientes	%
Lunes (2,9,16,23 de julio)	Mañana	96	4.24%
	Tarde	112	4.94%
	Noche	91	4.02%
Martes (3,10,17,24 de julio)	Mañana	66	2.91%
	Tarde	104	4.59%
	Noche	74	3.27%
Miércoles (4,11,18,25 de julio)	Mañana	73	3.22%
	Tarde	119	5.25%
	Noche	78	3.44%
Jueves (5,,12,19,26 de julio)	Mañana	98	4.33%
	Tarde	125	5.52%
	Noche	71	3.13%
Viernes (6,13,20,27 de julio)	Mañana	104	4.59%
	Tarde	125	5.52%
	Noche	117	5.17%
Sábado (7,14,21,28 de julio)	Mañana	136	6.00%
	Tarde	146	6.45%
	Noche	141	6.23%
Domingo (1,8,15,22 de julio)	Mañana	114	5.03%
	Tarde	153	6.75%
	Noche	122	5.39%
TOTALES		2265	100.00%

**Fuente:** Elaboración Propia

**Muestra:** La muestra se calculó tomando en cuenta el tamaño de la población y aplicando una fórmula para una población finita, tal como se detalla a continuación:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

$N$  (tamaño de la población) = 2265

$Z$ = nivel de confianza = 1.96

$p$ = probabilidad de éxito o esperada = 0.5

$q$ = probabilidad de fracaso = 0.5

$e$ = margen de error = 0.05

Aplicando la fórmula con los datos asignados se determinó que el tamaño de la muestra debería ser los tiempos de espera correspondientes a 513 clientes.

**Muestreo:** La técnica de muestreo que se utilizó fue un muestreo probabilístico estratificado, la cual consistió en dividir la población por día de la semana y turno de atención, tal como se muestra en la Tabla 3:

**Tabla 3. Muestreo estratificado por día de la semana y turno**

Día de la semana	Turno	%	Muestreo
Lunes	Mañana	4.24%	22
	Tarde	4.94%	25
	Noche	4.02%	21
Martes	Mañana	2.91%	15
	Tarde	4.59%	24
	Noche	3.27%	17
Miércoles	Mañana	3.22%	17
	Tarde	5.25%	27
	Noche	3.44%	18
Jueves	Mañana	4.33%	22
	Tarde	5.52%	28
	Noche	3.13%	16
Viernes	Mañana	4.59%	24
	Tarde	5.52%	28
	Noche	5.17%	27
Sábado	Mañana	6.00%	31
	Tarde	6.45%	33
	Noche	6.23%	32
Domingo	Mañana	5.03%	26
	Tarde	6.75%	35
	Noche	5.39%	28
TOTALES		100.00%	513

**Fuente:** Elaboración Propia

La selección de clientes fue al azar, la cual incluyó todos los clientes que ingresaban a la empresa, de forma consecutiva, desde el inicio de cada turno hasta completar el número requerido de la muestra.

#### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Para obtener de cada uno de las variables se procederá a tomar las siguientes técnicas y herramientas:

**Tabla 4. Técnica de recolección de información**

Variable	Técnica	Instrumento/ Herramienta	Fuente
Teoría de Colas	Investigación Bibliográfica	Ficha bibliográfica	Biblioteca Física: UCV Biblioteca Virtual: PUCP /UNMSM
	Observación Directa	Guía de observación (Anexo 01) Microsoft Excel	
	Análisis de datos	Software WINQSB Minitab 17	Lima 7 barbershop Chimbote 2018
	Simulación de datos	Software PROMODEL	
Tiempo de espera	Investigación Bibliográfica	Ficha bibliográfica	Biblioteca Física: UCV Biblioteca Virtual: PUCP /UNMSM
	Observación Directa	Guía de observación (Anexo 01) Hoja de tiempo (Anexo 01)	
	Análisis de datos	Microsoft Excel Software WINQSB	Lima 7 barbershop Chimbote 2018
	Simulación de datos	Minitab 17 Software PROMODEL	

**Fuente:** Elaboración Propia.

La Tabla 4 muestra que para la teoría de colas se utilizaron 4 técnicas, iniciando con la recopilación bibliográfica para establecer las teorías y los modelos matemáticos pertinentes, luego se empleó la observación directa para determinar los problemas del sistema de colas y posteriormente analizarlos mediante software especializados calculando los indicadores

correspondientes y la simulación las alternativas de solución. En el caso del tiempo de espera, se establecieron las mismas técnicas enfocadas en los periodos experimentados por los clientes durante la atención en la financiera.

## 2.5. Métodos de análisis de datos

**Tabla 5. Técnica de procesamiento de datos.**

Objetivos específicos	Técnica de procesamiento		Resultado
	Técnica	Instrumento	
Diagnóstico de la situación actual en la empresa Lima7Barbershop Chimbote 2017.	Diagramación de datos por histograma	Diagrama de Pareto	Situación del tipo de servicio que se está brindando
Determinar los tiempos de espera actual de los clientes para obtener el servicio de corte.	Tiempo promedio Prueba de Kruskal Wallis	Toma de tiempos con Cronómetro. Microsoft Excel Minitab17	Tiempo de espera promedio inicial
Aplicar la teoría de colas en la empresa Lima7Barbershop Chimbote 2018.	Prueba de Bondad de ajuste	Minitab 17	Tiempo promedio de llegada.
	Utilización del servidor	Software WINQSB	Tiempo de Servicio.
	Probabilidad de que el sistema esté ocupado	Software WINQSB	Utilización del servidor.
	Simulación de modelo de colas propuesto	Software PROMODEL	Viabilidad del modelo de colas propuesto
Determinar el tiempo de espera después de aplicar la teoría de colas en la empresa Lima7Barbershop Chimbote.	Tiempo promedio mejorado	Toma de tiempos con Cronómetro. Software WINQSB	Tiempo óptimo (T2)
Evaluar tiempos de espera en la empresa Lima7Barbershop Chimbote.	Comparación de promedios t de Student	Microsoft Excel XLSTAT	Disminución del tiempo de espera

**Fuente:** *Elaboración propia*

En la tabla 5, se observa que los resultados se iniciaron con el análisis de los reclamos graficados a través de un diagrama de Pareto, el cual permitió identificar los principales problemas de la empresa respecto a la perspectiva de los clientes. Luego de ello, la toma de tiempos facilitó el cálculo de los tiempos promedios que un cliente empleaba durante la atención en la Financiera Oh, tanto en la cola como en la ventanilla (servidor). Posteriormente, se determinó si el sistema de cola debía diferenciarse por turno, para lo cual se utilizó una Prueba de Kruskal Wallis estableciendo si había diferencia entre las medianas de los tiempos de espera de cada turno. Una vez que se definió el comportamiento de los tiempos, el Winqsb arrojó el valor de los principales indicadores del sistema de colas y el Promodel permitió simular el funcionamiento de las alternativas disponibles. Como última técnica, se compararon los tiempos promedios y la t de Student calculó si la diferencia era estadísticamente significativa.

## **2.6. Aspectos éticos**

El investigador se compromete a respetar la veracidad de los resultados, la confiabilidad de los datos suministrados por la empresa Lima7Barbershop Chimbote; asimismo se ha tenido en cuenta consideraciones éticas tales como:

- a) Principio de veracidad.: Que responde a las normas para referenciar a los diferentes autores y demás material bibliográfico.
- b) El principio de fidelidad: Respetando el cumplimiento de lo planeado en el proyecto y de los cambios debidamente justificados
- c) El principio de beneficencia: En esta investigación se explicitará a los participantes los beneficios y riesgos a que están sometidos para determinar su aceptación o no al estudio.
- d) El principio de justicia: Ya que la selección de la muestra no permite distinguir raza, sexo o religión de los participantes, es importante señalar que en futuro la investigación
- e) Anonimato: Por cuanto se mantendrá en reserva la identidad de las personas que brinden información para el presente estudio.
- f) Confidencialidad: La información recabada solo tendrá uso en el tratamiento estadístico.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa Lima7Barbershop.

Inicialmente, se realizó un análisis organizacional de la empresa (Anexo 1 - 4), así como una evaluación de sus procesos. Luego, a través de un diagrama de causa y efecto (Anexo 5), se determinó que los tiempos de espera eran críticos para la empresa. Es por ello, que se determinó el impacto del sistema de colas actual midiendo los reclamos de los clientes a través de un histograma.

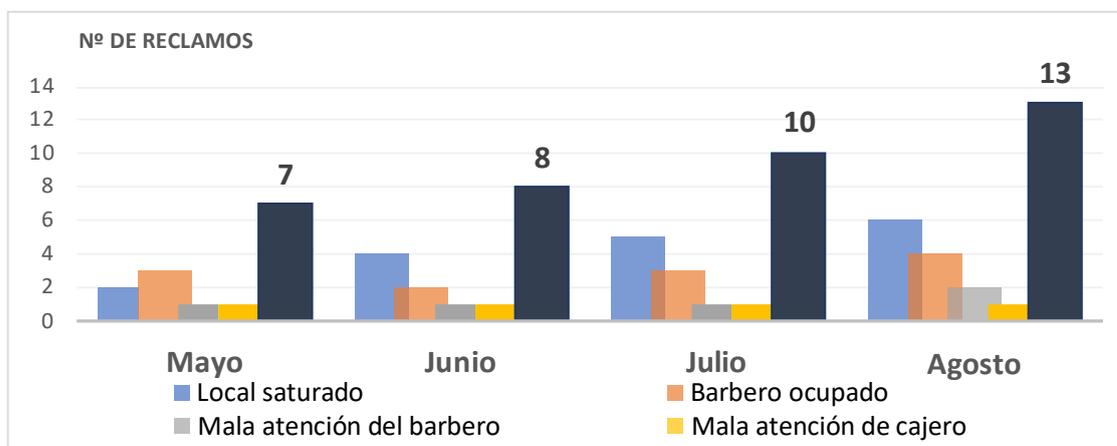


Figura 1. Histograma de reclamos registrados durante el periodo de mayo - agosto 2018  
Fuente: Reclamos de clientes de la empresa Lima7Barbershop

En la Figura 1, se puede observar que mensualmente se venían presentando reclamos de clientes habiendo alzado un máximo de 13 reclamos en el mes de agosto del 2018. Los principales reclamos estuvieron asociados al local saturado, a la mala atención del cajero, por barbero ocupado y por la mala atención del barbero.

#### 3.2. Determinación de los tiempos de espera iniciales de los clientes de Lima7Barbershop

Tabla 6. Tiempos de espera, en horas promedio, por día de la semana y por turno

Día	Mañana 8am a 12m	Tarde 1pm-5pm	Noche 6pm-10pm	Promedio	Desviación Estándar
Lunes	0.22	0.13	0.20	0.20 horas / Cliente	0.035 horas /cliente
Martes	0.20	0.18	0.22		
Miércoles	0.20	0.17	0.18		
Jueves	0.17	0.20	0.17		
Viernes	0.20	0.25	0.20		
Sábado	0.22	0.30	0.20		
Domingo	0.25	0.22	0.18		

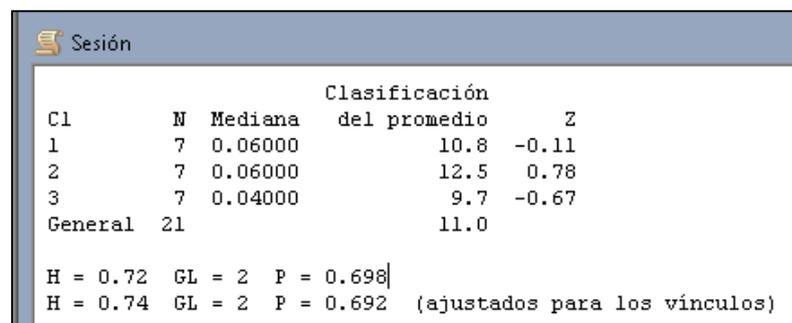
Fuente: Toma de tiempos durante el mes de agosto 2018 en la empresa Lima7Barbershop Anexo 6

En la Tabla 6, se pueden observar los tiempos promedios tabulados por día y por turno. El promedio general del tiempo de espera es de 0.20 horas/cliente habiéndose registrado un máximo de 0.3 horas/cliente y un mínimo de 0.13 horas/cliente durante la toma de tiempos. Entonces, los tiempos de espera calculados en asociación con los reclamos presentados, indicaban que los clientes más concurrentes de la empresa no estaban satisfechos con el servicio debido a que no era inmediato. Dicha situación resultaba crítica debido a que dentro del mercado local existía una oferta amplia y variada como parte de la competencia.

### 3.3. Aplicación del modelo de colas para el servicio de corte de cabello en la empresa

#### A. Tiempos entre llegada de los usuarios de la empresa

Considerando que los tiempos entre llegada podrían variar entre los turnos segmentados, lo cual indicaría que un solo sistema de colas no era viable para todos los turnos, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis.



Cl	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	7	0.06000	10.8	-0.11
2	7	0.06000	12.5	0.78
3	7	0.04000	9.7	-0.67
General	21		11.0	

H = 0.72 GL = 2 P = 0.698  
H = 0.74 GL = 2 P = 0.692 (ajustados para los vínculos)

Figura 2. Prueba Kruskal Wallis para los tiempos entre llegada  
Fuente: Datos procesos en Minitab17 a partir del Anexo 6

En la Figura 2, se puede observar que las medianas de los tiempos entre llegadas fluctuaba entre 0.04 y 0.06 horas por cada cliente; de la misma manera, se puede identificar que el valor de significancia experimental “P” mostró un valor superior a 0.05, demostrando que las medianas de los tiempos entre llegada, para cada turno, eran iguales. Dicha información permitió establecer que la aplicación de un solo sistema de colas era viable para todos los turnos.

#### B. Ajuste de distribución para los tiempos entre llegada y los tiempos de servicio

Tomando en cuenta que se consideró un modelo de colas M/M/s/k había que realizar una prueba de bondad de ajuste para calcular si los tiempos entre llegada y de servicio seguían una distribución exponencial.

Tabla 7. Prueba de bondad de ajuste para los tiempos entre llegada y tiempos de servicio en la empresa Lima7Barbershop

Tiempo analizado	Distribución	Estadístico <u>Anderson Darling</u>	Nivel de <u>significancia p</u>
Tiempos entre llegada	Exponencial	1.212	0.062
	Normal	0.954	0.013
Tiempos de servicio	Exponencial	5.330	<0.003
	Normal	0.458	0.238

Fuente: Anexo 7

A través de la Tabla 7, se pudo determinar que los tiempos entre llegadas seguían una distribución exponencial y los tiempos de servicio una distribución normal; esto, debido a que en dichos casos el valor de p es superior a 0.05.

### C. Indicadores actuales del sistema de colas procesados en WINQSB

Tabla 8. Funcionamiento del sistema de colas de la empresa Lima7Barbershop

Indicadores del sistema de colas actual	Valor
Utilización del sistema	82.39%
Arribo de clientes por hora	10.0
Número promedio de clientes en cola por sistema ocupado	2.5
Horas promedio de clientes esperando en cola por sistema ocupado	0.26
Número promedio de clientes rechazados por hora	0.036
Probabilidad de encontrar el sistema ocupado	55.25%

Fuente: Anexo 8

En la Tabla 8, se puede observar que el sistema actual de la empresa funcionaba a un 82.39% de su capacidad, el cual recibía cliente a una tasa de 10 clientes por hora. También se puede analizar que, en promedio, había 2.5 clientes en cola debido al encontrar el sistema ocupado y de la misma manera, tenían que esperar un promedio de 0.26 horas. El software también indicó que existía una probabilidad del 55.25% de encontrar el sistema ocupado y que se perdían clientes con una media de 0.036 por hora; es decir, unos 13 clientes al mes (asumiendo 12 horas por día y 30 días de trabajo)

#### D. Análisis de los sistemas de colas viables para su aplicación en Lima7barbershop

Tabla 9. Simulación en Promodel de modelos de colas alternativos

Indicadores calculados con PROMODEL	Simulación 6 barberos (Actual)	Simulación 7 barberos	Simulación 8 barberos	Simulación 6 barberos y 0.045 hr/cte
Números de horas simuladas	10	10	10	10
Numero de repeticiones	100	100	100	100
% Utilización del sistema	77.01	65.85	58.32	70.07
% Cola vacía	49.29	63.26	69.22	58.14
% Cola ocupada	50.71	36.74	30.78	41.86

Fuente: Anexo 9

En la Tabla 9, las simulaciones realizadas en PROMODEL estimaron que incrementando el número de barberos en 7 la utilización del sistema se reduciría a 65.85% y con 8 llegaría hasta 58.32%, por otro lado, una reducción del 10% en el tiempo de servicio (contratando barberos más experimentados) la tasa de utilización llegaría a 70.07%. De la misma manera, se evaluó el porcentaje de utilización de la cola de espera, logrando proyectar que con 7 y 8 barberos los tiempos que estaría vacía serían de 63.26% y 69.22%, respectivamente. Tomando en cuenta dichos resultados se optó por incrementar el número de barberos en 7 estimando a reducción de la cola en 13.97% y siendo esta alternativa la que menos impacta en la utilización del sistema (reducción del 11.16%)

#### 3.4. Determinación el tiempo de espera después de aplicar la teoría de colas en la empresa Lima7Barbershop Chimbote.

Tabla 10. Tiempos de espera, en horas promedio, por día de la semana y por turno luego de aplicar el modelo de colas propuesto

Día	Mañana 8am a 12m	Tarde 1pm-5pm	Noche 6pm-10pm	Promedio	Desviación Estándar
Lunes	0.08	0.05	0.08	0.07 horas / Cliente	0.019 horas /cliente
Martes	0.07	0.05	0.12		
Miércoles	0.07	0.08	0.07		
Jueves	0.08	0.07	0.05		
Viernes	0.05	0.07	0.05		
Sábado	0.05	0.05	0.10		
Domingo	0.08	0.08	0.08		

Fuente: Toma de tiempos en la empresa Lima7Barbershop

En la Tabla 10, se pueden observar los tiempos promedios tabulados por día y por turno, luego de haber incrementado el número de servidores en 7. El promedio general del tiempo de espera es de 0.07 horas/cliente habiéndose registrado un máximo de 0.12 horas/cliente y un mínimo de 0.05 horas/cliente durante la toma de tiempos.

### **3.5. Evaluación de los tiempos de espera mejorados en la empresa Lima 7 Barbershop Chimbote.**

Tabla 11. Evaluación de la implementación propuesta, con respecto al incremento de servidores en la empresa Lima7Barbershop

Indicadores del sistema de colas	Valor Inicial	Valor Actual
Utilización del sistema	82.39%	70.40%
Arribo de clientes por hora	10.0	10.0
Número promedio de clientes en cola por sistema ocupado	2.5	1.35
Horas promedio de clientes esperando en cola por sistema ocupado	0.26	0.14
Número promedio de clientes rechazados por hora	0.036	0.00
Probabilidad de encontrar el sistema ocupado	55.25%	28.93%
Tiempo promedio de espera en cola por cliente	0.20	0.07

Fuente: Información procesada en Winqsb

En la Tabla 11, se puede observar que la utilización del sistema se reduce en 11.99% lo cual indica un menor aprovechamiento en el tiempo disponible de los servidores, sin embargo, debido al modelo de negocio, donde los trabajadores ganan a destajo, el aspecto económico no se vio afectado por la propuesta implementada. En el caso de las horas promedio que cada cliente emplea esperando en cola por el sistema ocupado, se logró reducir el tiempo de espera en 0.12 horas, es decir, que se pasó de 2.5 clientes esperando por el sistema ocupado a 1.35 clientes en promedio. Por otro lado, se logró reducir a 0 el número de clientes rechazados por el sistema debido a la capacidad limitada del local, lo cual se vio reflejado en la probabilidad de encontrar el sistema ocupado, siendo del 28.93%, es decir, de cada 10 clientes que arriben a la empresa cabe la posibilidad de que 3 lo encuentren lleno; valor que, antes de la implementación, ascendía a 5. Finalmente, el tiempo de espera en cola se logró reducir en un 65% pasando de 0.20 horas promedio por cada cliente a 0.07 horas promedio por cada cliente, brindando un mayor confort a los clientes durante el servicio.

Posteriormente, se comprobó si la diferencia entre los tiempos de espera iniciales y finales tenían una diferencia lo suficientemente confiable como para asegurar que la mejora había sido relevante, para ello se empleó la prueba t de Student.

**Tabla 12. Toma de datos respecto a los tiempos de espera de la empresa Lima7Barbershop**

Pre prueba				Post Prueba			
Día de la semana observado	Fechas observadas	Turno observado	Tiempo de espera en cola	Día de la semana observado	Fechas observadas	Turno observado	Tiempo de espera en cola
Lunes		Mañana	0.22	Lunes		Mañana	0.08
Lunes	6,13,20,27	Tarde	0.13	Lunes	1,8,15,22,29	Tarde	0.05
Lunes		Noche	0.2	Lunes		Noche	0.08
Martes		Mañana	0.2	Martes		Mañana	0.07
Martes	7,14,21,28	Tarde	0.18	Martes	2,9,16,23,30	Tarde	0.05
Martes		Noche	0.22	Martes		Noche	0.12
Miércoles		Mañana	0.2	Miércoles		Mañana	0.07
Miércoles	8,15,22,29	Tarde	0.17	Miércoles	3,10,17,24,31	Tarde	0.08
Miércoles		Noche	0.18	Miércoles		Noche	0.07
Jueves		Mañana	0.17	Jueves		Mañana	0.08
Jueves	9,16,23,30	Tarde	0.2	Jueves	4,11,18,25	Tarde	0.07
Jueves		Noche	0.17	Jueves		Noche	0.05
Viernes		Mañana	0.2	Viernes		Mañana	0.05
Viernes	10,17,24,31	Tarde	0.25	Viernes	5,12,19,26	Tarde	0.07
Viernes		Noche	0.2	Viernes		Noche	0.05
Sábado		Mañana	0.22	Sábado		Mañana	0.05
Sábado	4,11,18,25	Tarde	0.3	Sábado	6,13,20,27	Tarde	0.05
Sábado		Noche	0.2	Sábado		Noche	0.1
Domingo		Mañana	0.25	Domingo		Mañana	0.08
Domingo	5,12,19,26	Tarde	0.22	Domingo	7,14,21,28	Tarde	0.08
Domingo		Noche	0.18	Domingo		Noche	0.08

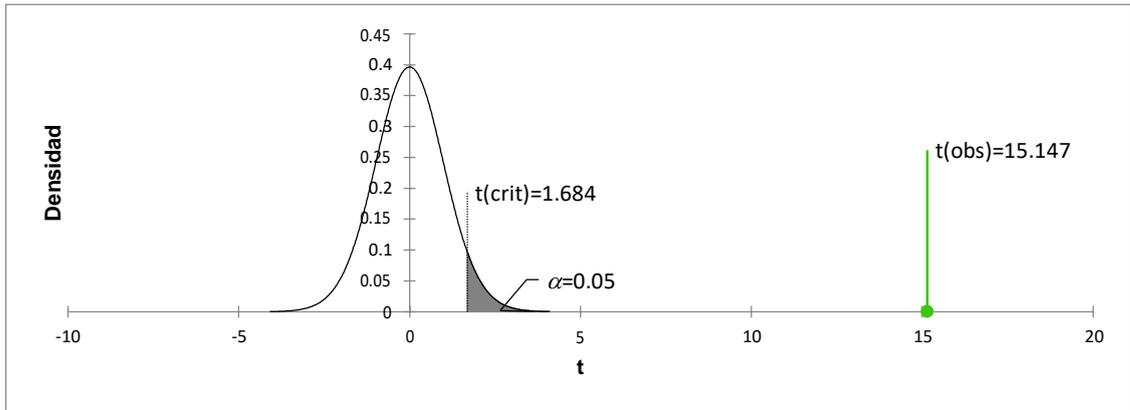
Fuente: Anexo 6 y 11

En la Tabla 12, se muestra los datos que posteriormente fueron procesados en XLSTAT

**Tabla 13. Resultados descriptivos de los tiempos de espera evaluados en la empresa Lima7Barbershop**

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Tiempos de espera inicial	21	0.133	0.300	0.202	0.035
Tiempo de espera mejorado	21	0.050	0.117	0.071	0.019

Fuente: Tiempo procesados en XLSTAT según Anexos 6 y 11



**Figura 3. Prueba t de Student aplicada a los tiempos de espera**  
**Fuente: XLSTAT**

En la Figura 3, se puede observar que el t estadístico cae en la zona de rechazo por lo cual se acepta la hipótesis alternativa que establece que si hay diferencia significativa entre los tiempos de espera iniciales y mejorados.

#### IV. DISCUSIÓN

Respecto al diagnóstico, realizado como etapa inicial de la investigación, se determinó que los tiempos de espera generaban un nivel de insatisfacción en los clientes logrando tener un impacto negativo en el número de reclamos registrados mensualmente. De la misma manera, Cazorla (2014) identificó que los niveles de satisfacción antes de la implementación de un sistema de colas adecuado estaban por debajo de lo esperado, tomando en cuenta las pretensiones de la empresa estudiada. En dicho estudio, la satisfacción fue medida a través de un cuestionario donde se establecieron rangos; en función a ello se determinó que los usuarios tenían una perspectiva negativa elevada en referencia a la atención: un 17% la calificó como muy mala y un 15% la ubicó en un rango de mala, mientras que solo un 8 % la clasificó como buena. Al comparar ambos resultados, se puede evidenciar que los sistemas de colas parten de la satisfacción del cliente y no de un punto de eficiencia en los procesos de atención; es decir los sistemas de colas no siempre representan una solución matemática en la utilización de los recursos, sino que se enfatiza en la percepción generadas por los clientes.

En cuanto a los tiempos de espera iniciales, durante el presente estudio se calculó un tiempo promedio de espera de 0.20 horas por cada cliente, el cual presentaba una desviación estándar 0.035 horas por cada cliente; mientras que, Galindo (2003) logró calcular un tiempo de espera en 3.13 minutos correspondiente a los usuarios de la municipalidad provincial de Tarma. Si bien los tiempos no pueden ser sujetos a comparación por tratarse de servicios totalmente distintos; si se puede hacer una anotación respecto a la metodología empleada, ya que, por un lado, el presente estudio empleó la recolección de datos de manera efectiva en campo; es decir, que los tiempos se calcularon observando el comportamiento de los tiempos por cada cliente incluido dentro de la muestra y la medición de sus tiempos respectivos. Por otro lado, los tiempos de espera de los usuarios de la municipalidad se estimaron a través del uso de un software y de las fórmulas matemáticas disponibles en la teoría de colas, lo cual suponía un margen de error sobre los datos reales de dicha entidad. En concordancia con lo mencionado, se puede destacar la importancia de la metodología empleada por el presente estudio ya que las ecuaciones de la teoría de colas pueden dar valores aproximados del comportamiento del sistema, pero resulta vital comprobarlos.

En el caso de los tiempos de arribo y tiempos de servicio, se estableció que tenían una distribución exponencial y una distribución normal, respectivamente. Dicho resultado, se consiguió con un análisis visual de las distribuciones graficadas en el software Minitab 17, donde se podía observar como las frecuencias obtenidas formaban las figuras correspondientes a cada tipo de distribución; adicionalmente, se realizó el cálculo de una prueba de bondad de ajuste con el estadístico de Anderson Darling, el cual mostró niveles de significancia experimental superiores al 0.05 establecido para ambos tipos de tiempos analizados: 0.062 para el ajuste de los tiempos de arribo suponiendo una distribución exponencial y 0.238 para el ajuste de los tiempos de servicio asumiendo una distribución normal. Por otro lado, Bazán y otros (2016) determinaron que los tiempos analizados en el Banco de la Nación (Agencia “3” José Leonardo Ortiz – Chiclayo), tanto para los tiempos entre llegadas como para los tiempos de servicio, presentaban un comportamiento exponencial; el cual fue corroborado a través del software Sketch up. Dicho software contaba con la función para realizar una búsqueda de manera automática de aquella distribución con mejor ajuste a los datos obtenidos en la recolección de campo. En el caso de los tiempos de servicio, la diferencia entre las distribuciones presentadas para cada entidad puede deberse a la naturaleza de los servicios prestados, ya que por un lado, los servicios en ventanillas de un banco suele estar compuestos por transacciones cortas y, de manera esporádica, algunas con mayor nivel de complejidad; mientras que, en los servicios de la barbería se encontró que la mayoría de servicios solicitados son estándares y variando en algunos casos a cortes más simples y otros de mayor complejidad. A partir de lo mencionado, se puede deducir la importancia de contar con un software adecuado para determinar el comportamiento de los tiempos de servicio y llegada sobre todo porque a partir de ello se puede plantearlas las soluciones y considerando también que no siempre los datos se ajustan a los modelos teóricos.

Los indicadores iniciales del sistema de colas de la empresa Lima 7 Barbershop, demostraron que la empresa presentaba deficiencias en la atención de los usuarios, esto debido a que a través del software Winqsb se determinó que existía una probabilidad del 55.25% de que los usuarios encuentren ocupado el sistema, lo cual indicaba a su vez la falta de capacidad de la empresa por cubrir la demanda del mercado en su totalidad. Asimismo, Navarro (2017) logró calcular, con el software Winqsb, una

probabilidad de encontrar el sistema ocupado del 89.34% correspondiente a la atención del área de plataforma de La Positiva Seguros y Reaseguros. Si bien en este caso la probabilidad fue mucho mayor, ambos valores porcentuales indicaban una desventaja de las empresas ya que no podían ofrecer un servicio cómodo y eficiente respecto al tiempo de sus clientes. Entonces, al hablar de probabilidad se está indicando la posibilidad de que un cliente que llega al local para ser atendido no reciba el servicio de manera inmediata, sino que por el contrario deba adicionar parte de tu tiempo a la espera de que un servidor pueda encontrarse desocupado. En el caso de la barbería, dicha posibilidad aplicaba a 6 por cada 10 clientes mientras que para la aseguradora fue de 9 por cada 10 clientes; logrando estimar que solo el 40% de los clientes de la barbería eran atendidos sin esperas y respecto a la aseguradora dicho valor solo alcanzaba el 10% del total de clientes. Al comparar los resultados, se puede notar que el presente estudio partió de una realidad menos crítica que la presentada en La Positiva, sin embargo, la probabilidad superaba el 50% lo que indicaba que una saturación importante en el sistema de colas con tendencia a agravarse sin la pronta atención.

Posteriormente, la simulación configurada en el Promodel permitió calcular que utilizando 6 barberos la utilización del sistema llegaba a un 77.01%, con 7 barberos llegaba a 65.85% y con 8 trabajadores se reducía hasta un 58.32%. Por otro lado, al momento de estimar el porcentaje de la cola vacía se determinó que utilizando 6 barberos la cola permanecía vacía un 49.29% del turno, con 7 barberos llegaba a 63.26% y con 8 trabajadores se incrementaba hasta alcanzar el 69.22%. Ahora bien, el criterio que se tomó para tomar una decisión entre las alternativas posibles radicó en reducir la saturación de los barberos manteniendo a su vez un porcentaje considerable de la cola vacía durante un día de trabajo, es por ello que se optó por contar con 7 barberos estimando una cola vacía del 63.26%. En el caso del estudio de Jiménez (2013), utilizando la configuración en Promodel, logró reducir la saturación de los trabajadores pasando del 96% hasta llegar a un promedio de 77.4% manteniendo una cola vacía del 49%; es decir, mantuvo un mejor aprovechamiento de la mano de obra en función a las horas disponibles de la misma pero teniendo un -14.26% al comparar el resultado correspondiente al porcentaje de la cola vacía; además, si la evaluación hubiese sido realizada en función a los costos, la diferencia hubiese sido menos

relevante en cuanto a la utilización del sistema ya que la modalidad de trabajo en la barbería estipulaba que las horas no trabajadas no eran remuneradas, sin embargo, dicho criterio no se tuvo en cuenta debido a que los costos del sistema no eran parte de la variable de estudio. Entonces, al evaluar ambos estudios se resalta la relevancia de la simulación de datos en la resolución de problemas de colas ya que reduce los costos que se generarían por una implementación errónea.

A continuación, se realizó la post prueba para determinar el impacto en los tiempos de espera. Dicha prueba permitió calcular que, incrementando el número de barberos a 7, entonces un cliente debía esperar en promedio un total de 0.07 horas o su equivalente de 4.2 minutos. Un resultado similar obtuvo Vereau (2016), en su investigación llevada a cabo en un hipermercado, donde logró reducir los tiempos espera hasta llegar a los 4.34 minutos. Dicha reducción representó una mejora del 77.86% mientras que, en el presente estudio la optimización del sistema de colas respecto al tiempo de espera alcanzó el 65% registrándose una diferencia del 12.86%. Sin embargo, a pesar de que el presente estudio obtuvo una reducción menor del tiempo, la probabilidad de que el cliente encuentre el sistema ocupado era 28.93% mientras que en el estudio referenciado fue del 65.62%; es decir, muy probablemente 7 de cada 10 clientes debían esperar en el hipermercado, pero en la barbería solo eran 3 por cada 10 usuarios. Es por ello, que tomando en cuenta dichos resultados, se puede notar que el sistema de colas no solo debe enfocarse en la reducción de los tiempos de espera de colas ya que dicho tiempo resulta ser un promedio y también se debe considerar que otras variables afectan al sistema de colas; por lo cual resulta de suma importancia analizar otros indicadores como la probabilidad de encontrar el sistema ocupado tal como se evaluó en el presente estudio.

## V. CONCLUSIONES

El diagnóstico inicial demostró que la empresa Lima 7 Barbershop presentaba deficiencias respecto al servicio prestado ya que mensualmente se venían recopilando una serie de reclamos asociados, en su gran mayoría, a los tiempos de espera de los clientes.

Por otro lado, se determinó que los tiempos de espera iniciales tenían una duración promedio de 0.20 horas por cada cliente lo cual resultaba incomodo en algunos clientes que no solo solicitaban un servicio de calidad, sino que también incluían en sus expectativas que el servicio rápido.

Luego de haber aplicado el modelo de colas, se estableció que los tiempos de arribo presentaban una distribución exponencial mientras que los tiempos de servicio seguían una distribución normal. Tomando en cuenta dicha información de entrada, la simulación programada en PROMODEL demostró que el sistema de colas podía ser optimizado, en función a los tiempos de espera y utilización del sistema, incrementando el número de servidores a 7 barberos logrando incrementar el valor porcentual de la cola vacía pasando de 49.29% a 63.26%.

Una vez implementado el número de servidores calculado, se determinó que el sistema de colas propuesto mejoraba los tiempos de atención a los usuarios reduciendo el tiempo de espera promedio a 0.07 horas por cada cliente.

Finalmente, se pudo establecer que la aplicación de la teoría de colas redujo los tiempos de espera en la empresa Lima 7 Barbershop pasando de 0.20 horas por cada cliente a 0.07 horas por cada cliente representando una mejora del 65%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar investigaciones sobre otros indicadores problemáticos ligados al tiempo de atención, con la finalidad de proponer estrategias que permitan evitar posibles riesgos.

Implementar un software basado en el método de colas, con la finalidad de establecer un tiempo estándar en la atención a los clientes, así mismo, automatizar el proceso de atención

Diseñar medidas de contingencia en caso la propuesta planteada no presente los resultados deseados en otros contextos, es decir, aplicado a otros rubros de negocio.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVA, Marco. Tiempo de espera para atención médica en Essalud es el doble que en clínicas. [En línea] 2015. <https://gestion.pe/economia/tiempo-espera-atencion-medica-essalud-doble-que-clinicas-2153266>.

ÁNGELES, Palma. Mejoramiento de la gestión del servicio al cliente por medio de la aplicación de la teoría de colas en una central de asistencia. Guatemala: Universidad de San Carlos, 2012.

ARANA, Luis. Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Lima: Universidad San Martín de Porres, 2014.

ARISTA, Jhoneel. Aplicación de la teoría de colas al problema de atención al cliente para la optimización del número de cajeros en ventanillas en la organización BCP. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016.

ARRIBAPLASTA, Deysi y DÍAZ, Claudia. Aplicando la teoría de colas en el área de consultorios externos en el hospital regional de Cajamarca, para reducir tiempos de espera. Lima: Universidad privada del norte, 2016.

BATEN, Berlyn y otros. Teoría de colas. San Benito: s.n., 2014. pág. 26.

BAZOUN, Ali y MUÑOZ, David. Propuesta de mejora basada en la teoría de colas para la atención de los usuarios de ventanilla preferencial del banco de la nación en la agencia 3 José Leonardo Ortiz. Tesis (Título de ingeniero). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016. pág. 134.

BENAVENTE y FIGUEROA. Medición del grado de satisfacción de los clientes bancarios de Puerto Montt basada en la escala Servqual. Tesis (Título de ingeniero). Puerto Montt: Universidad Austral de Chile, 2012.

BLANDON, Olga y otros. Teorías de cola aplicada a la empresa transportes Apia. Pereira: s.n., 2013. págs. 11-73.

CAO, Ricardo. Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas. 1ª. ed. Coruña: Netbiblo, 2002. 224 pp.  
ISBN: 8497450175.

CARDONA, Blanca. La teoría de colas como herramienta para optimizar el servicio en una entidad municipal. Tesis (Título de ingeniero). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005.

CAZORLA, Franklin. Análisis estadístico mediante teoría de colas para determinar el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del Hospital Provincial General Docente de Riobamba. Tesis (Título de ingeniero). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014.

CLEMENTE MOQUILLAZA, Luis. Mejora en el nivel de atención a los clientes de una entidad bancaria usando simulación. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima: s.n., 2008. pág. 93.

COUNTEREST.NET. Innovación para reducir tiempos de espera en colas. [En línea]. Barcelona: Counterest, 2017 [fecha de consulta: 13 de septiembre del 2018]. Disponible: <https://counterest.net/reduciendo-tiempo-espera-colas/>

DÍAZ, Rebeca., PAZOS, José y FERNÁNDEZ, Ana. Problemas de Teoría de Colas. 1ª. ed. Madrid: Andavira Editora, 2010. 236 pp.  
ISBN: 9788484085607

DOMÍNGUEZ, Germán. Didáctica y aplicación de la administración de operaciones contaduría y administración. s.l.: IMCP, 2016.  
ISBN: 6078463624.

EPPEN, Gary. Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. México D.F: Pearson, 2000.

ESQUER, Jorge. Determinación del Tiempo Estándar para la implementación de ayudas visuales en una empresa de Telefonía Celular. Sonora: Instituto Tecnológico de Sonora, 2013. págs. 32 - 33.

BITRAN, Gabriel., FERRER, Juan., ROCHA, Paulo & OLIVEIRA. Managing Customer Experiences: Perspectives on the Temporal Aspects of Service Encounters. *Manufacturing & Service Operations Management*.2008, n.10, pp. 61-83. Disponible en: <https://pubsonline.informs.org/doi/pdf/10.1287/msom.1060.0147>

FERREIRA, Martínez. Teoría de colas. Caracas: Universidad Alejandro de Humboldt, 2004.

FITZSIMMONS, James y Fitzsimmons, Mona. Service management: operations, strategy and information technology. Boston: McGraw-Hill, 2004. 587 p.

FUERZA Popular busca reducir colas en bancos y compañías. Gestión.pe: Lima, Perú, 12 de diciembre del 2016. [Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2016]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/empresas/fuerza-popular-busca-reducir-colas-bancos-companias-telefonicas-123290>

GALINDO, Erick. Aplicación de la teoría de colas de espera en el proceso de carga a los vendedores en el segmento a detalle en una empresa comercializado de botanas. Tesis (Título de ingeniero). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003.

GARCÍA, J. Aplicando Teoría de Colas en Dirección de Operaciones. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015.

GARCÍA, Roberto. Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw Hill, 2005. pág. 185.

ISBN: 9701046579

GÓMEZ, Fredy. Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera: herramienta para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente [en línea]. 2008, n.º 150. [Fecha de consulta: 01 de septiembre del 2018]. Disponible en: <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/154>  
ISSN: 1727-9933

GONZÁLEZ, Mauricio y Sepúlveda, Edward. Aplicación de teorías de colas en los semáforos para mejorar la movilidad en la carrera 7 entre calles 15 y 20 de la ciudad de Pereira. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2010. págs. 27-109.

GONZÁLEZ, Pedro. Aplicación de la teoría de colas a la atención al público. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2013.

GOSSO, Fernando. Hiper satisfacción del cliente. México: Panorama Editorial, 2010. 9683816886, 9789683816887.

HILLIER, F y LIEBERMAN, G. Introducción a la investigación de operaciones. México D.F : McGraw-Hill, 2010.

HILLIER, Frederick S. y LIEBERMAN, Gerald J. Introducción a la investigación de operaciones. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 2006. pág. 2076.

HUERTAS, Rubén y DOMÍNGUEZ, Rosa. Decisiones estratégicas para la dirección de operaciones en empresas de servicios y turísticas. Barcelona: Ediciones Universitat Barcelona, 2015.  
ISBN: 8447539148, 9788447539147.

HUAMAN, Raúl. Teoría de colas en la atención de combustible DIESEL B-5 y satisfacción del cliente. Empresa Terminales del PERÚ. CHIMBOTE, 2016. Tesis (Título de ingeniero). Chimbote: Universidad César Vallejo Filial Chimbote, 2017.

HUETE, Andrea y LOVELOCK. Administración de servicios. Estrategias de Marketing, Operaciones y recursos humanos. MÉXICO: PEARSON, 2004.

INEI. Usuarios de consulta externa de los establecimientos de salud. [En línea] 2014. [Citado el: 10 de 06 de 2015.]

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaes/Est/Lib1192/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1192/cap01.pdf).

JIMÉNEZ, José. Aplicación de Promodel en problemas de producción y logística para su implementación en el laboratorio de simulación en la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga, 2013. Disponible en: [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/714/digital\\_17351.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/714/digital_17351.pdf?sequence=1)

JOHN, Tschohl. Servicio al cliente. México: Service Quality Institute, 2010.

KRAJEWSKI, Lee y RITZMAN, Larry. Administración de operaciones. México D.F: Pearson, 2000.

KUSTER, Inés y ROMÁN, Sergio. Venta Personal y Dirección de Venta. España: Ediciones Paraninfo, 2006.

ISBN: 8497324803/9788497324809.

LA estrategia de los bancos para ganar mayor cuota de mercado. Elcomercio.pe: Lima, Perú, 16 de febrero del 2015. [Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2016]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/peru/estrategia-bancos-ganar-mayor-cuota-mercado-185398>

LEÓN, Ángel. Manual práctico de investigación de operaciones I. 3ª ed. Barranquilla: Ediciones Uninorte. 2003. 302 pp.

ISBN: 9589105742

LUIS, Clemente. Mejora en el nivel de atención a los clientes de una entidad bancaria usando simulación. Lima: Universidad Católica del Perú, 2008.

MARIO, Chicas. Eficiencia en líneas de etiquetado por medio de la aplicación de ingeniería de métodos y teoría de colas. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011.

MARTÍNEZ, Matías. Monografías. [En línea] [Citado el: 10 de noviembre de 2004.] <http://www.monografias.com/trabajos18/teoria-colas/teoria-colas.shtml>.

MARTÍNEZ, Matías. Teoría de colas. [En línea] 2005. <https://www.gestiopolis.com/teoria-de-colas/>.

NAVARRO, Jeanelle. Teoría de colas para el mejoramiento del proceso de atención del Area de Plataforma. La Positiva, Seguros y Reaseguros. Chimbote 2016. Tesis (Título de ingeniero). Chimbote: Universidad César Vallejo Filial Chimbote, 2017.

OROZCO, Beatriz, HENAO, Luis y LONDOÑO, Olga. Nivel de Satisfacción del usuario en el servicio de consulta externa del hospital departamental San José de Marulanda- ESE. Manizal : Universidad Católica de Manizales, 2011.

PAZOS, José., SUAREZ, Andrés y DÍAZ, Rebeca. Teoría de colas y simulación de eventos discretos. 1ª. ed. México: Pearson Educación. 2003. 309 pp.  
ISBN: 9788420536750

PINO, Raúl y DE LA FUENTE, David. Teoría de líneas de espera: modelos de colas. España: Universidad de Oviedo, 2001.

RABANAL, Jorge y SÁNCHEZ, Marco. Mejora en el proceso de atención de cola de servicio al cliente a través de una aplicación para supermercados. Perú: Universidad de San Martín de Porres, 2014. págs. 24-104.

RODRÍGUEZ, Ernesto. Metodología de la Investigación. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México: s.n., 2005.

SERNA, Humberto. Conceptos Básicos. En servicio al cliente. Colombia: Panamericana editorial, 2006.

SOLÉ, Javier. Lean. El concepto del tiempo de espera. L16. [En línea] 2013. [Citado el: jueves de octubre de 2017.] <http://javiersole.com/?p=2566>.

TAHA, Hamdy. Investigación de Operaciones. México: Pearson, 2004.

VEREAU, Astrid. Teoría de colas en la atención de las cajas registradoras para incrementar la satisfacción del cliente. Tottus S.A. Chimbote, 2016. Tesis (Título de ingeniero). Chimbote: Universidad César Vallejo Filial Chimbote, 2016.

VERGARA, Juan y QUEZADA, Víctor. Análisis Cuantitativo con WinQSB. Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena, 2009.

VÉRTICE, Publicaciones. Dirección de Operaciones. España: Vértice, 2008. 168 pp. ISBN: 97884825560451

VILLASANTE, Julio, QUILLI, Jorge y NAVARRETE, Kevin. Optimización de colas y redistribución de planta del sistema de inspección técnica vehicular en la empresa Cusco Imperial S.A.C. Cuzco: Universidad Andina del Cusco, 2015.

WINSTON, W. Investigación de operaciones. Aplicaciones y algoritmos. México D.F: Thompson, 2005.

ZEITHAML, Valarie y JO, Mary. Marketing de servicios: un enfoque de integración del cliente a la empresa. México: McGraw-Hill, 2002. 9789701033258.

ZOTTOLA, Sergio, MEDINA, Marcelo y DIACO, Hugo y CHIPULINA, Francisco.  
Teoría de cola aplicada en una empresa de taxis. Tucumán: Universidad Nacional de  
Tucumán, 2010. págs. 22-100.



## **Anexo 2. Descripción de la empresa LIMA7BARBERSHOP**

Lima7Barbershop nace en febrero del 2016, esta empresa surge de la necesidad de ver al público masculino sin un lugar idóneo exclusivo para ellos, Donde puedan sentirse a gusto y recibir los servicios que solicitan de la mano de profesionales que velan por su cuidado de imagen personalizado. El sector es muy amplio refiriéndonos al sector de la peluquería especializada en Varones para el corte y afeitado antes no muy especializado y ahora puesto en valor atrae a muchos emprendedores por su relativo bajo costo en inversión.

Los Segmentos de Mercado son diversos, tales como: Clientes en General, Ejecutivos, Colegios, Universidades, Instituciones, Financieras, Transportes, Sindicatos. La estrategia actual es de volumen. La empresa se orienta al público en General intentando y dejando entre ver en los seguidores de facebook que L7 es diferente y sutilmente mejor en calidad.

La Imagen de Marca Lima7Barbershop es Valorada ligeramente y suficiente para estar por encima de los competidores, pero muchos clientes buscan la economía y es un punto a tener en cuenta.

Actualmente el mercado de Barberías viene en aumento y el de las peluquerías han perdido fuerza, no obstante, estas últimas compiten ejerciendo presión en precios bajos, mas no son prosperas. Existen cadenas de Peluquerías y Barberías a nivel nacional, siendo la cadena que más se acerca Lima 32 y Montalvo Formen.

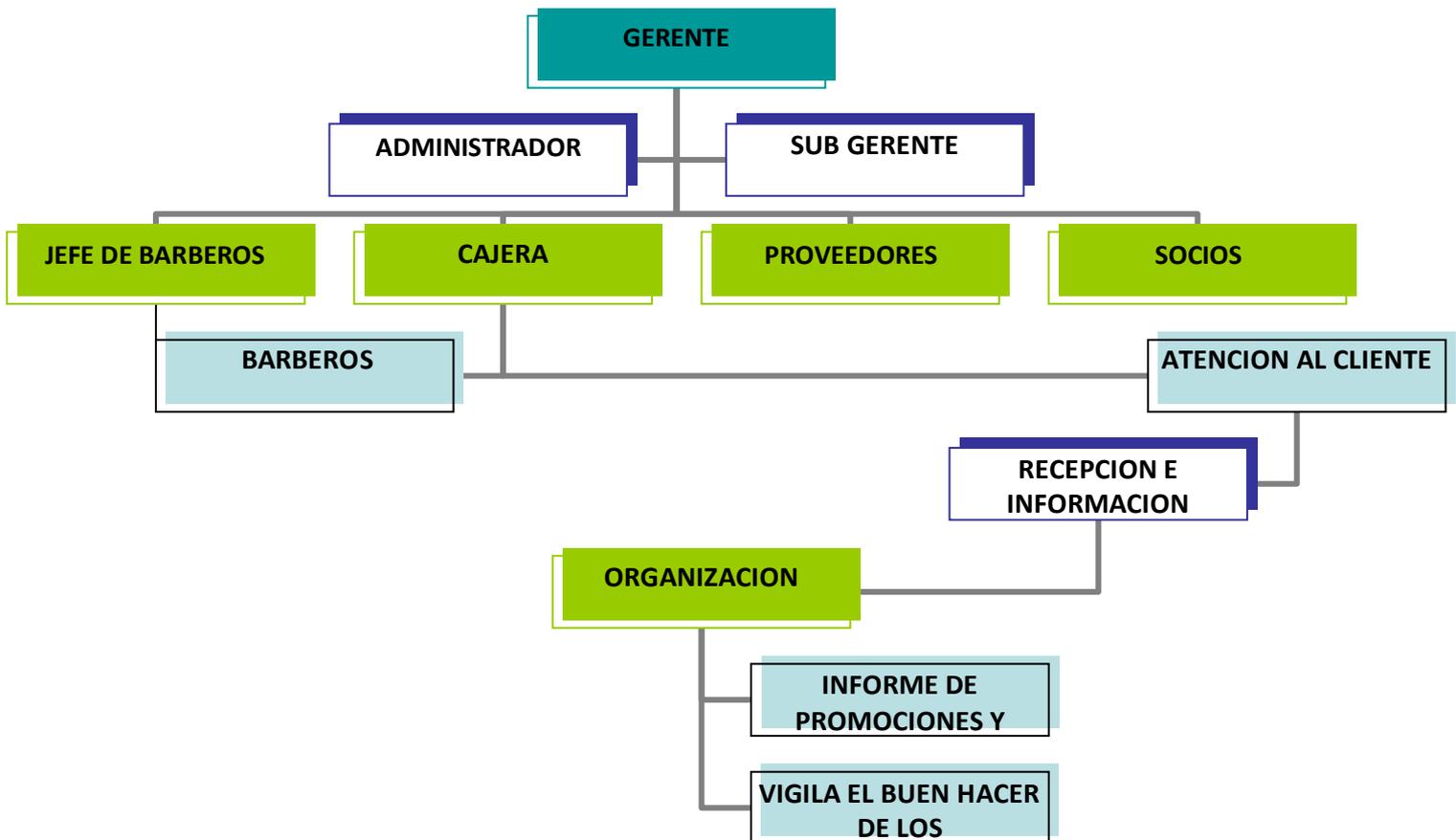
La empresa no espera solo a que ingrese el público que pasa por la puerta del local o que lo atraigamos por Facebook, Google, Instagram, tenemos que captarlos en sus puntos de trabajo y estudios a través de ofertar específicas y dirigidas. Lima 7 Barbershop está ubicada en av. Pardo 553 a media cuadra de la plaza de armas de Chimbote (Referencia: entre centro comercial Carsa y centro comercial Pirani).

Actualmente la empresa cuenta con 8 barberos disponibles durante el turno de 10:00 am a 10:00 pm, en turnos fijos 6 días a la semana.

**Misión:** Estandarizar la calidad de servicio, Ofreciendo asesoramiento personalizado de excelencia y de alta calidad en un entorno de confort y Organización.

**Visión:** Ser empresa líder, Obtener presencia Penetrante y convertirse en Referentes del mercado local y Nacional con un alto nivel de satisfacción de nuestros clientes

Para poder sostener el estándar de calidad que presenta la empresa en todos los procesos, fue y es de vital importancia contar con un organigrama adecuado que nos permita organizar las diferentes responsabilidades de cada área de la empresa de forma correcta y ordenada, así como también mejorar la fluida comunicación entre el personal.



**Figura 4. Organigrama de la empresa Lima7Barbershop**  
**Fuente: Empresa Lima7Barbershop**

### Anexo 3. ANÁLISIS SITUACIONAL FODA DE LA EMPRESA LIMA 7 BARBERSHOP

**Tabla 14. Análisis FODA**

OPORTUNIDADES	FORTALEZAS
1.- Aun Existen Clientes Insatisfechos Por Un Mal Servicio.	1.- Imagen de Marca asentada y conocida en Chimbote, más no valorada al 100%.
2.- La Oferta De Barbería Aún No Ha Sido Dirigida A Segmentos Específicos.	2.- Se tiene un gran volumen de clientes recurrentes y registrados en la Data con E-mail y Teléfonos
3.- La Coyuntura Del Mundial Dinamizará El Sector.	3.- Tenemos a Santos experto en corte a Tijeras.
4- Existen Segmentos De Clientes Que Valoran El Precio Bajo ( S/.10 Soles)	4.- La ubicación del local de Chimbote es muy bueno.
5.- Existen Segmentos De Clientes Que Valoran La Calidad Y Se Dan Su Status.	5.- La estructura de trabajo con Cajera y recepcionista es agradable para el varón, pero vendemos imagen y deben ir bien arregladas.
6.- Dado El Volumen De Público Que Tiene Lima 7 Podemos Promocionar A Otros Negocios A Cambio De Publicidad (Canje).	6.- Todos los Barberos están debidamente identificados con sus polos de trabajo, posible que también se pongan pantalones negros con correa Blanca.
7.- Existirán Talentos Que Irán Saliendo De Los Escuelas De Barbería De Chimbote.	
AMENAZAS	DEBILIDADES
1.- Aparición De Diversos Sustitutos, Aunque Pequeños Y No Profesionalizados.	1.- Tras la fuga de Barberos veteranos de L7, los actuales están por afinarlos en mínima proporción.
3.-Cambio De Barbero Por Viajes Familiares	3.- Nos falta mejorar nuestra fuerza comercial.
4.- Incremento De Barber School	4.- Necesitamos mayor notoriedad en medios locales.
	5.- Exceso de tiempos de espera de los clientes

**Tabla 15. F.O.D.A. CRUZADO**

<b>ESTRATEGIAS</b>
<b>FORTALEZAS (Para aprovechar las) OPORTUNIDADES</b>
Aprovechar las habilidades del Barbero Santos para mejorar las Habilidades de Barberos en general en acabados con tijeras.
Extremar la calidad de los trabajos, bajo ningún concepto se aceptará un corte a medias o mal Realizado.
Aprovechar la relativa imagen de marca de la empresa para direccionar la oferta a segmentos específicos y captarlos en sus fuentes de origen, así no dejar a la suerte el ingreso mensual que a día de hoy depende del cliente de a pie que pasa por el local o los direccionados por Facebook.
Por la Coyuntura del Mundial, se puede lanzar promociones de Diseños Gratis o Cortes gratis a quienes acierten el resultado de los partidos. Se precisará publicar una imagen agradable alusiva al encuentro deportivo acompañada al Logo de Lima7Barbershop.
Probar a enviar publicidad vía E-mailing o vía Whatsapp como mucho 2 veces al mes para no incomodar. Recordando a los clientes por que debe preferir a Lima7Barbershop ( Viajes Pagados, Sorteo mochilas, Polos, Gorras, Llaveros, etc.)
Durante el Inicio del Mundial, hay que colocar en la Barbería Frases de apoyo a nuestra selección y también publicar en facebook constantemente.
Usar el Televisor y Audio del Local para Fidelizar al cliente y hacerlos sentir orgullosos de cortarse en Lima 7 Barbershop. Hay que incluir videos de nuestras ofertas promocionales, mejores trabajos y videos de clientes saludando a Lima 7 Barbershop. Todo ellos a realizar videos con teléfonos para no encarecer.
Preparar documentos simples y concisos para ofrecer a Segmentos Específicos nuestros servicios de cortes de cabello puntualizando que trabajamos todo tipo de cortes desde los Clásicos hasta los cortes más extravagantes. Ofreciendo para cada Segmento, elementos que cada uno valore.
Buscar establecer acuerdos para generar sinergias y trabajar en notoriedad de Marca.
<b>POTENCIAR LAS DEBILIDADES PARA REDUCIR LAS AMENAZAS</b>
Exigir la mejora constante de los Barberos en calidad de trabajos. No solo mejoras generadas por Lima 7, si no también por cuenta de ellos a través de tutoriales de Youtube. Nos fijaremos en el resultado final del corte.
Retirar a los Barberos que corten bien y que fallen en algunas ocasiones. Reemplazarlos por aquellos que sean buenos y constantes en los cortes con calidad.
Incrementar la fuerza comercial y ser efectivos al presentar propuestas a segmentos especializados con el correspondiente seguimiento para cerrar tratos.
Estar en busca constante de los Mejores Barberos para Lima 7 tanto en lo personal como en calidad de cortes de cabello.
Enviar propuesta de acuerdos de incremento en notoriedad de marca a empresas estratégicas para Lima 7, aquellas que puedan reproducir videos promocionales de Lima 7 o permitan colocar nuestro banner con logotipo en sus locales
trabajo en tiempos e implementación de nuevos sistemas

**Anexo 4. CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO**

N°	ACTIVIDADES	TIEMPO (minutos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
			○	■	➔	D	▽	
1	Arribo de clientes a la Barbería	1						
2	Recepción y entrega de catálogo	5.23						
3	Elección del corte de cabello y barbero	3						
4	Espera de disponibilidad del barbero	30						
5	Desarrollo del servicio	30						
6	Registro del cliente y servicio	2.23						
7	Pago por el servicio	2						

**Figura 5. Cursosograma analítico del proceso de las actividades del servicio**

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

## **Anexo 5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SERVICIO DE LIMA7BARBER SHOP**

Por proceso se conoce al conjunto de técnicas que se realizan a un usuario con la ayuda de los recursos y material y que dan como resultado un servicio. Es decir, es el conjunto de técnicas que se usan para la realización de un servicio al cliente. Cada técnica que se realiza es conocida como procedimiento. Un proceso cambia los inputs (materiales, equipamiento) en output (el servicio que se realiza: un corte de pelo, un servicio de color...) A continuación, detalló la descripción del proceso para obtener un servicio en la empresa Lima7BarberShop (recordar que tienen diferentes tipos de servicio y que cuentan con el personal adecuado que constantemente sigue capacitándose en ofrecer servicios calidad. Lima7Barbershop es un lugar acogedor, ambientado de forma casual y urbana, la música es agradable y acogedora. Todo ello único a los colaboradores y propietarios que se esfuerzan día a día en ofrecer servicio de calidad antes que cantidad.

### **RECEPCIÓN DE CLIENTES**

Los clientes llegan de forma aleatoria al local de Lima7BarberShop desde las 10am, Los cuales son recepcionados de forma cordial, educada y amical. Se hace entrega de revisas en las cuales se eligen los cortes de cabello, Luego se procede a distribuir al cliente de acuerdo a su orden de llegada para un correcto asesoramiento personalizado y atención Al por parte del barbero.

### **SERVICIOS DIVERSOS**

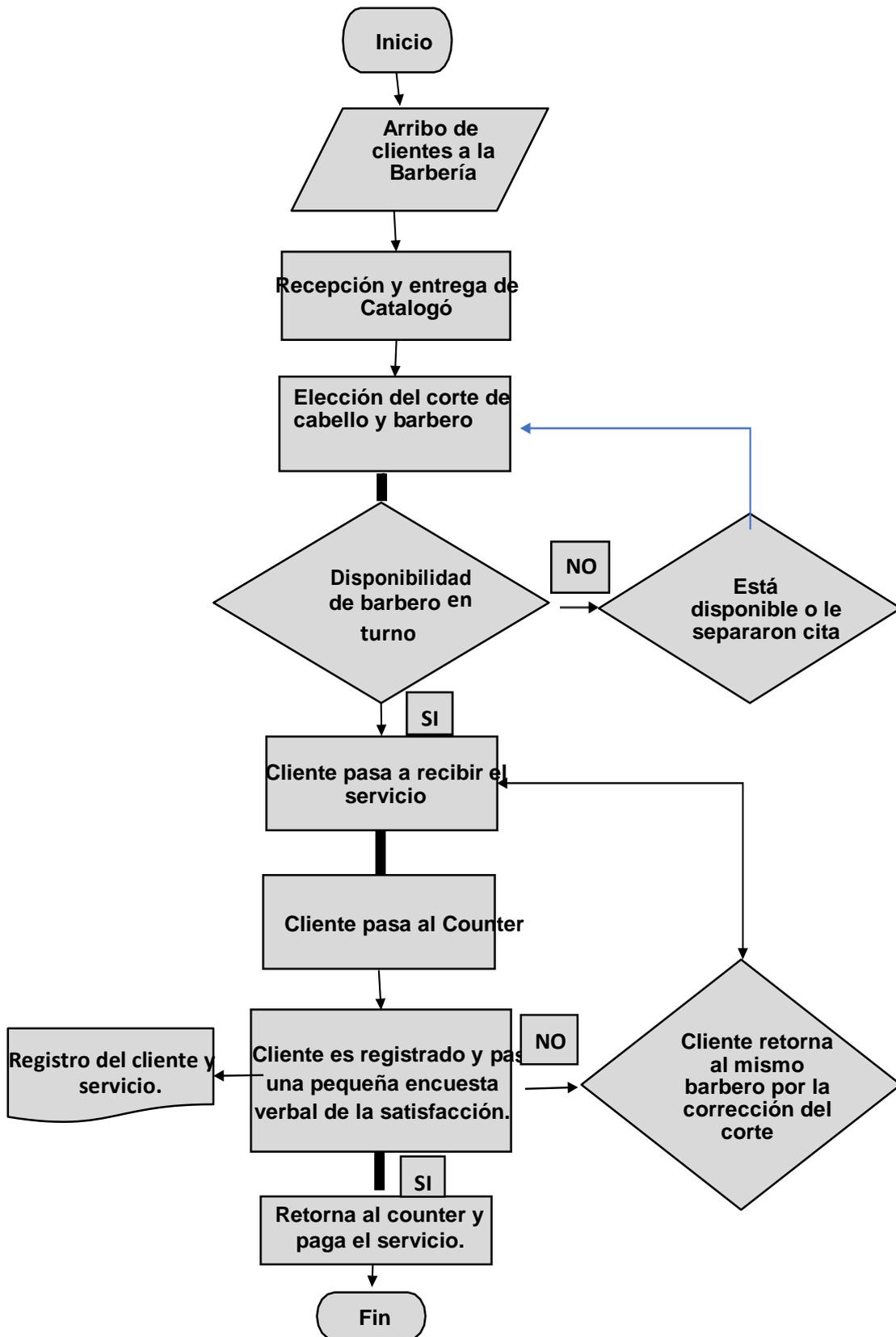
Es primordial tener en cuenta que algunos servicios requieren un tiempo de duración. Servicios como los cortes clásicos o urbanos requieren esperar cierto tiempo para obtener los resultados deseados y es fundamental asesorar de manera adecuada, el caso es cuidar la imagen del cliente. Además, a la hora de establecer la duración de un servicio también se valorará la destreza y habilidad del profesional ya que una persona con más experiencia, por lo general, tardará menos tiempo en realizar un servicio.

El profesional normalmente realiza varios servicios al mismo tiempo, como, por ejemplo, la realización de una mascarilla facial durante el tiempo de secado de la misma mientras se va realizando el corte de cabello.

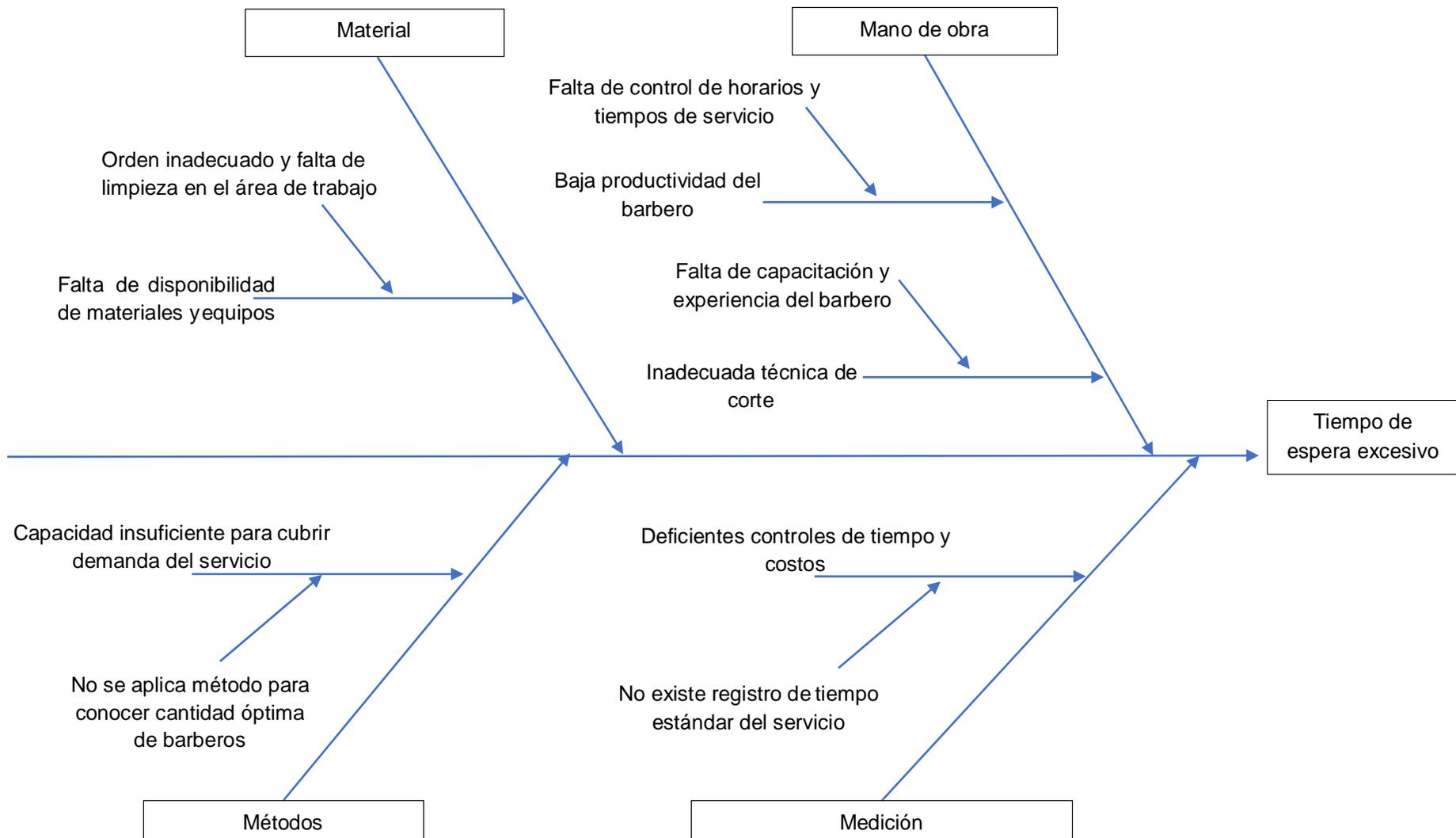
Otro servicio muy solicitado por ellas y ellos de todas las edades es la limpieza facial profunda. El barbero cuenta con toda su artillería en herramientas para una correcta atención. Las herramientas son desinfectadas antes de cada uso, los desinfectantes son apropiados para cuidar y desinfectar las herramientas, llegando he incluso a emplear el fuego para una correcta desinfección. Cada barbero cuantas con sus respectivos carnets sanitarios. Los Productos a utilizar en cada servicio son de marca profesional y con certificación comprobada en laboratorios de la empresa que son los ideales para el selecto público.

### **DESPEDIDA DEL CLIENTE**

Una vez concluido el servicio solicitado por parte del cliente al barbero. Este pasa al área de caja donde es recepcionado por una atenta Srta la cual procede a registrar al cliente para la promoción del 5to corte totalmente gratis entre otras promociones muy atrayentes al público. Luego se procede a realizar una pequeña encuesta del servicio recibido para poder ver la satisfacción del cliente y ver si este nos recomendará.



**Figura 6. Flujograma de operaciones de la empresa**  
**Fuente: LIMA7BARBER SHOP**



**Figura 7. Diagrama de causa efecto para los tiempos de espera de la empresa Lima7Barbershop**  
**Fuente: Elaboración propia**

**Anexo 6. Resultados recopilados a través de la guía de observación en la empresa LIMA7 BARBERSHOP durante el mes de julio 2018**

Día de la semana observado	Fechas observadas	Turno observado	Tamaño de la muestra	Tasa de arribo	Tiempo en el sistema	Tiempo de servicio	Tiempo de espera en cola
Lunes	6,13,20,27	Mañana	22	0.20	0.46	0.24	0.22
Lunes		Tarde	25	0.18	0.68	0.55	0.13
Lunes		Noche	21	0.03	0.85	0.65	0.20
Martes	7,14,21,28	Mañana	15	0.03	0.67	0.47	0.20
Martes		Tarde	24	0.10	0.43	0.25	0.18
Martes		Noche	17	0.22	0.77	0.55	0.22
Miércoles	8,15,22,29	Mañana	17	0.06	0.70	0.50	0.20
Miércoles		Tarde	27	0.03	0.51	0.34	0.17
Miércoles		Noche	18	0.24	0.58	0.40	0.18
Jueves	9,16,23,30	Mañana	22	0.11	0.75	0.58	0.17
Jueves		Tarde	28	0.14	0.80	0.60	0.20
Jueves		Noche	16	0.03	0.72	0.55	0.17
Viernes	10,17,24,31	Mañana	24	0.15	0.53	0.33	0.20
Viernes		Tarde	28	0.05	0.83	0.58	0.25
Viernes		Noche	27	0.10	0.80	0.60	0.20
Sábado	4,11,18,25	Mañana	31	0.08	0.89	0.67	0.22
Sábado		Tarde	33	0.05	0.79	0.49	0.30
Sábado		Noche	32	0.04	0.76	0.56	0.20
Domingo	5,12,19,26	Mañana	26	0.04	0.97	0.72	0.25
Domingo		Tarde	35	0.06	0.72	0.50	0.22
Domingo		Noche	28	0.08	0.58	0.40	0.18
PROMEDIO EN HORAS/CLIENTE				0.10	0.70	0.50	0.10
PROMEDIO DE CLIENTES/HORA				10.36	1.42	1.99	10.36

## Anexo 7. Prueba de bondad de ajuste para determinar el tipo de distribución de los tiempos entre llegada y tiempos de servicio

Análisis para los tiempos entre llegadas, durante el mes de julio 2018, asumiendo una distribución exponencial

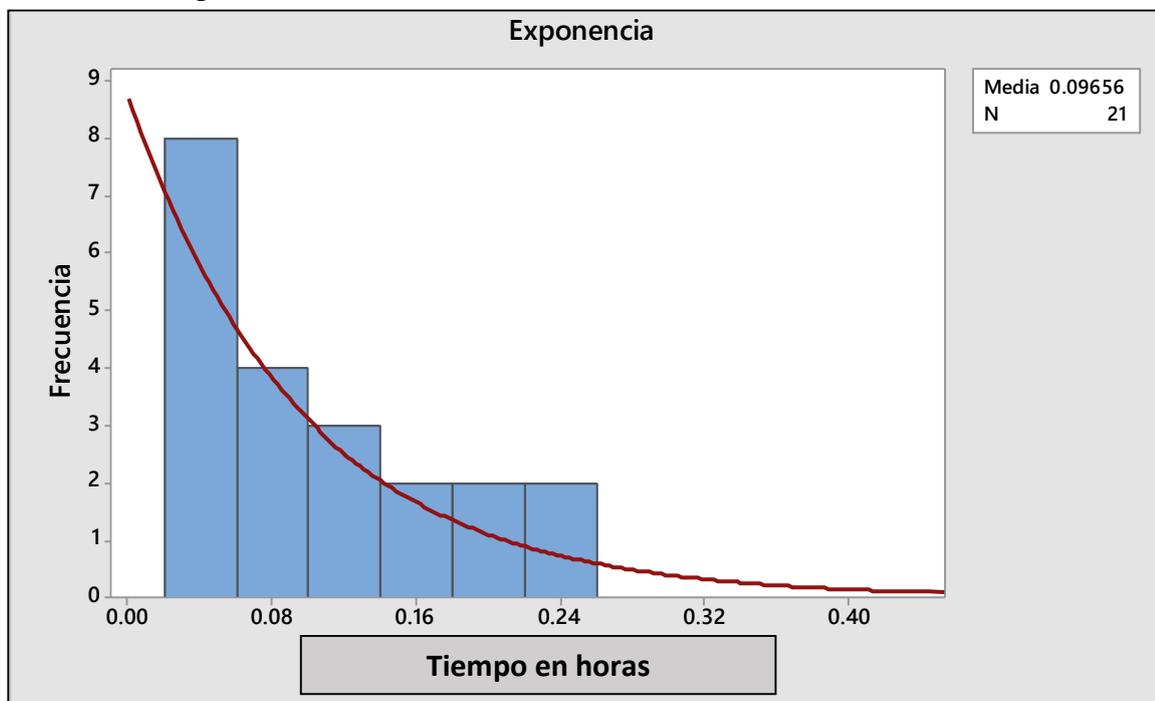


Figura 8. Histograma para los tiempos entre llegadas con ajuste exponencial

Fuente: Minitab17

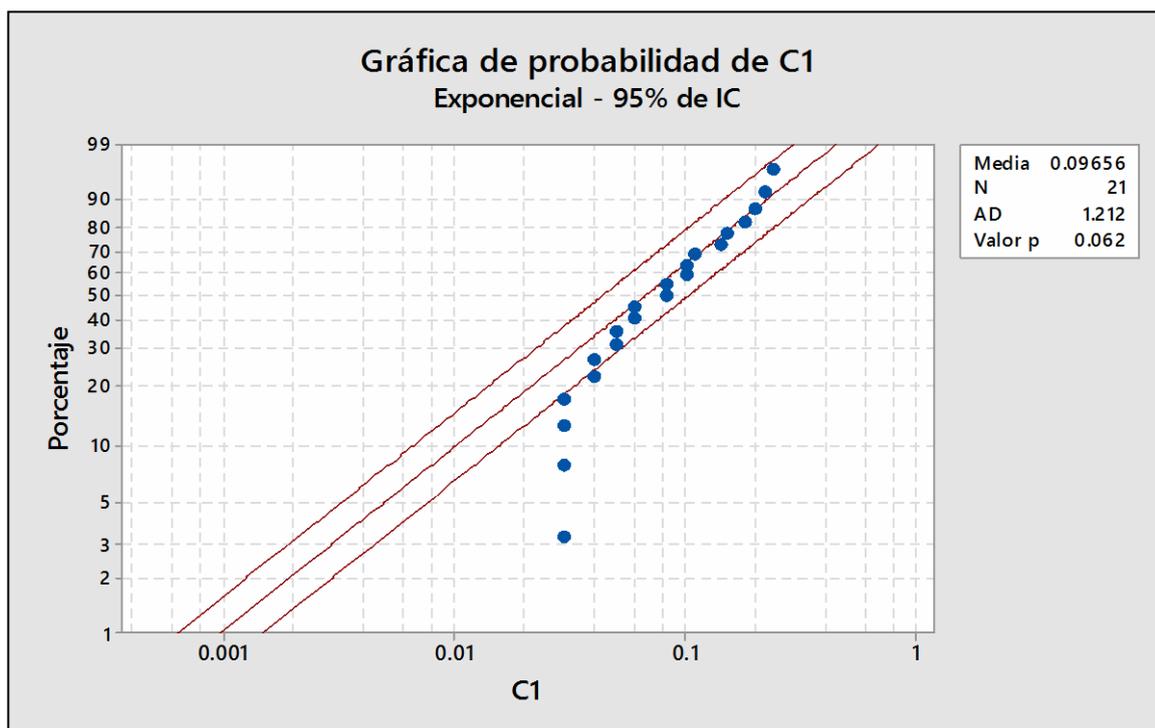
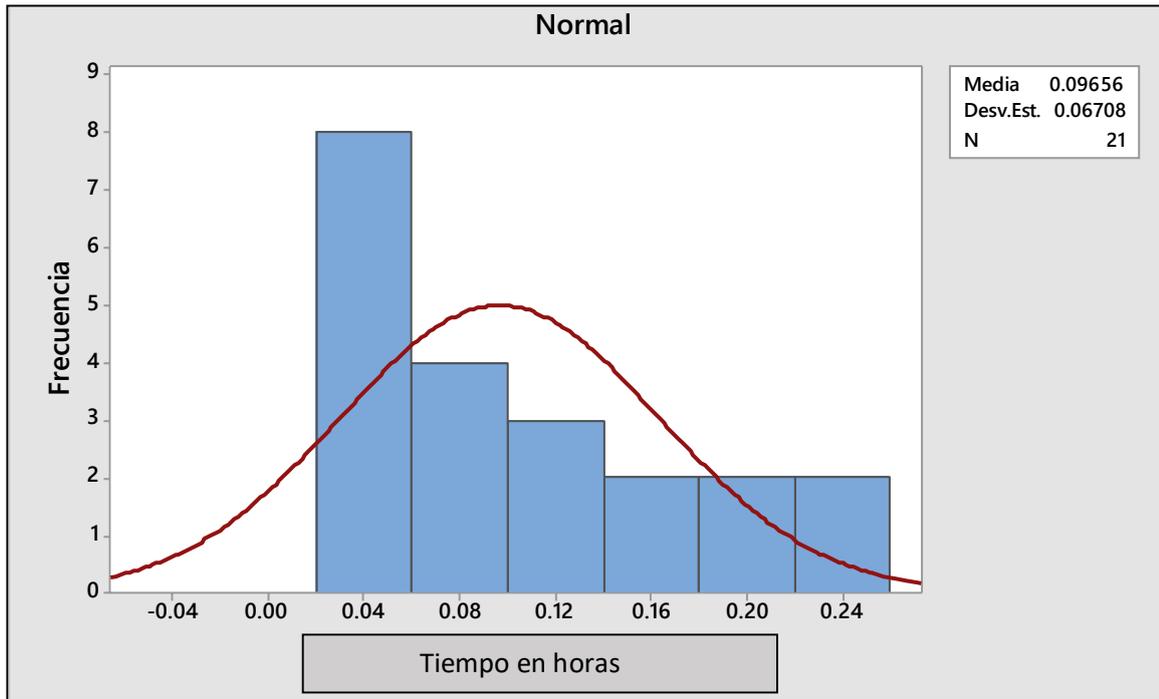


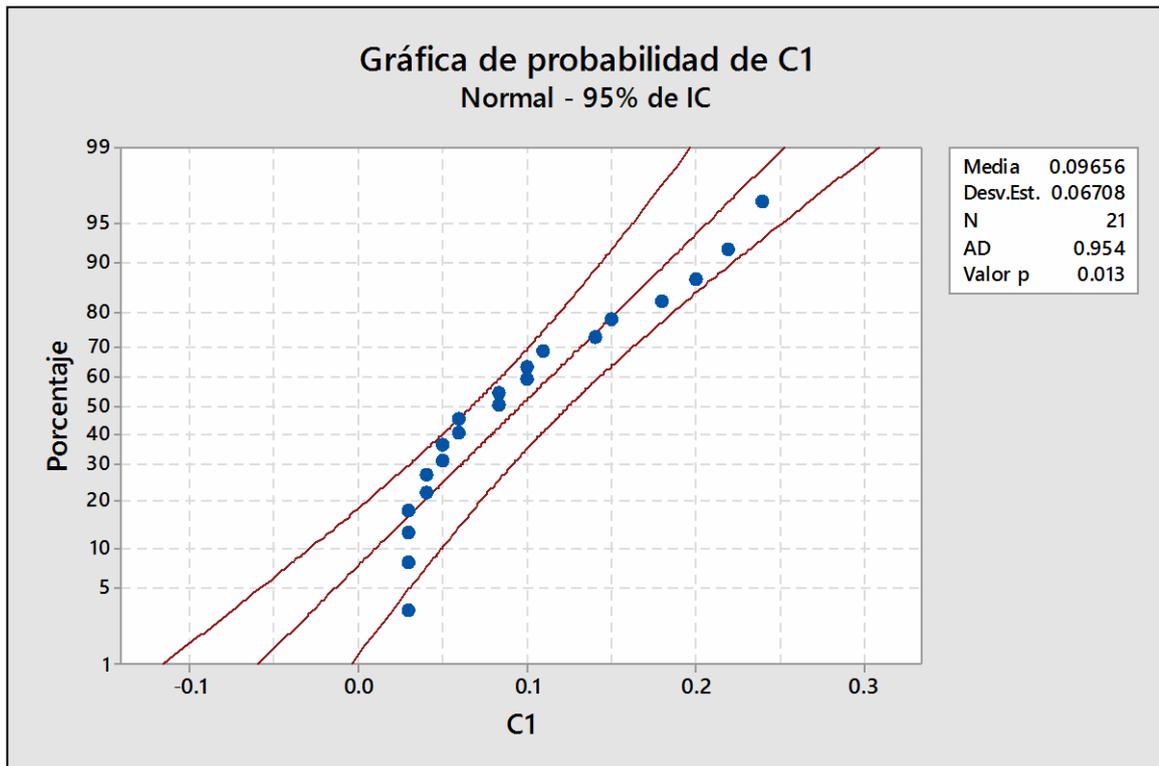
Figura 9. Grafica de probabilidades para un ajuste exponencial

Fuente: Minitab17

Análisis para los tiempos entre llegadas, durante el mes de julio 2018, asumiendo una distribución normal

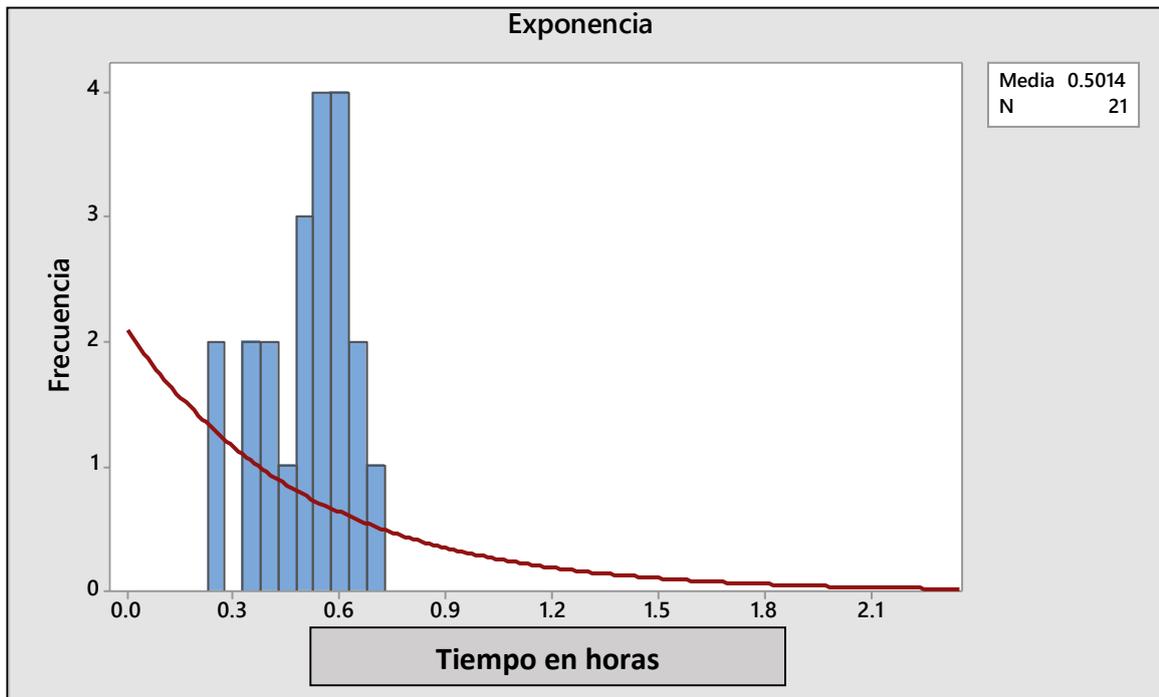


**Figura 10. Histograma para los tiempos entre llegadas con ajuste normal**  
Fuente: Minitab17

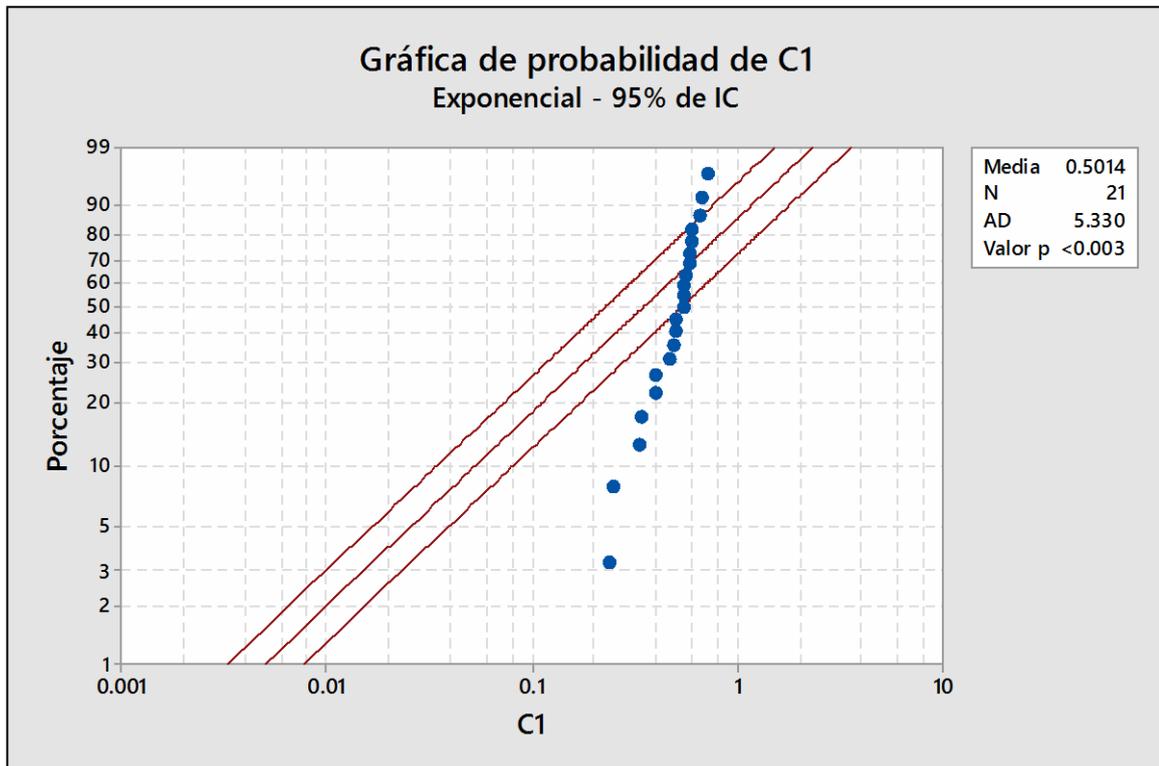


**Figura 11. Grafica de probabilidades para un ajuste normal**  
Fuente: Minitab17

Análisis para los tiempos entre servicio, durante el mes de julio 2018, asumiendo una distribución exponencial

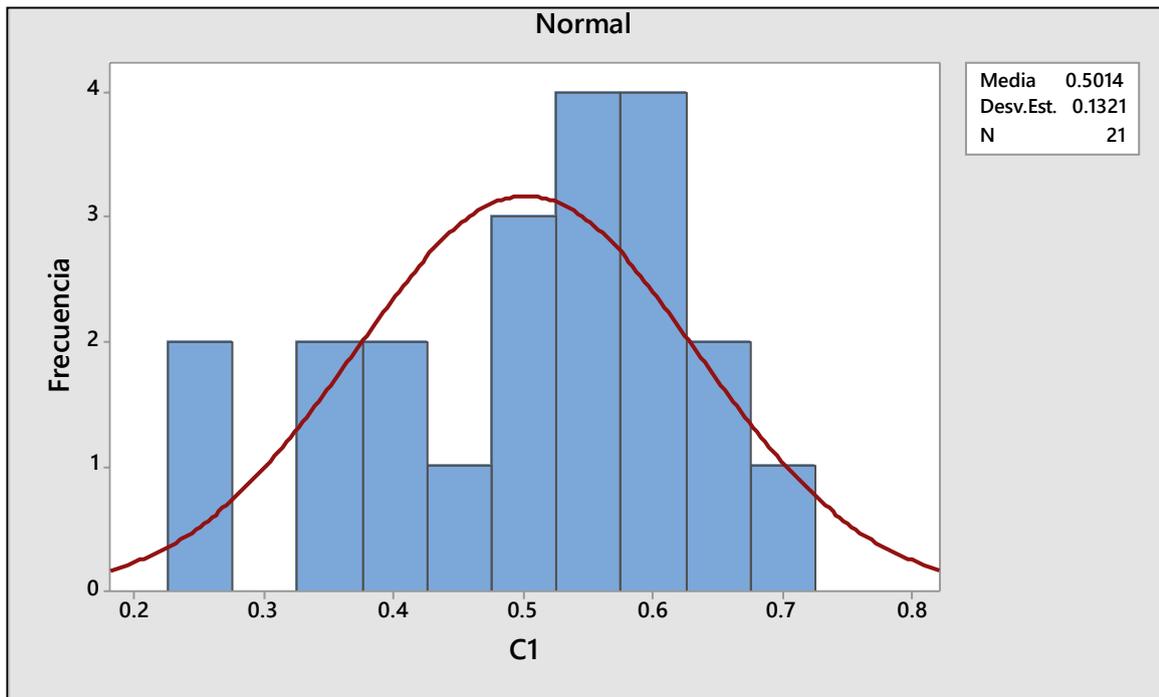


**Figura 12. Histograma para los tiempos entre llegadas con ajuste exponencial**  
Fuente: Minitab17

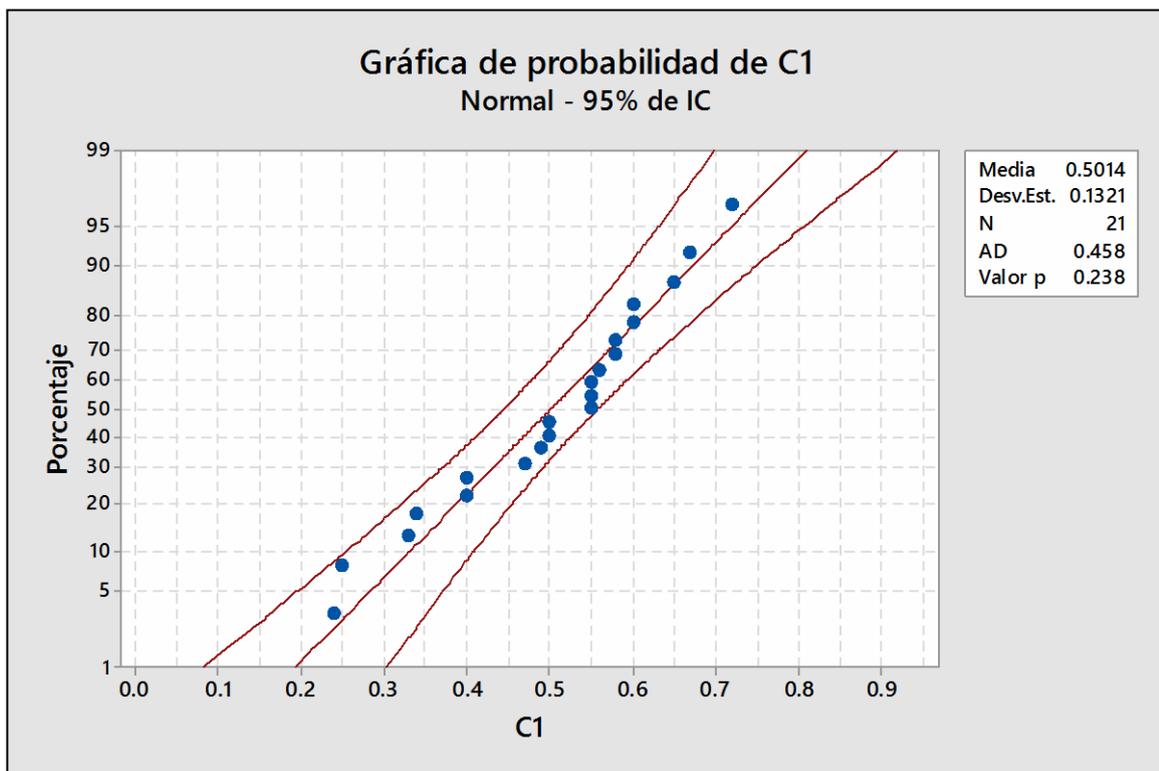


**Figura 13. Grafica de probabilidades para un ajuste exponencial**  
Fuente: Minitab17

Análisis para los tiempos entre servicio, durante el mes de julio 2018, asumiendo una distribución normal

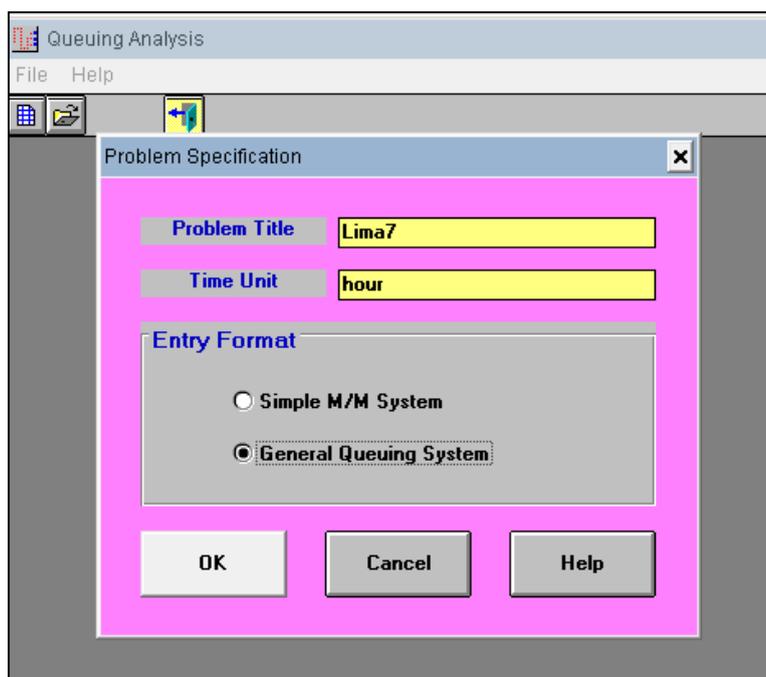


**Figura 14. Histograma para los tiempos entre llegadas con ajuste normal**  
Fuente: Minitab17



**Figura 15. Grafica de probabilidades para un ajuste normal**  
Fuente: Minitab17

**Anexo 8. Procesamiento de datos del sistema de colas inicial en la empresa Lima7 BARBERSHOP**



**Figura 16. Nuevo problema de cola en Winqsb**  
Fuente: Winqsb

Data Description	ENTRY
Number of servers	6
Service time distribution (in hour)	Normal
Mean ( $\mu$ )	0.5
Standard deviation ( $\sigma > 0$ )	0.13
(Not used)	
Service pressure coefficient	
Interarrival time distribution (in hour)	Exponential
Location parameter ( $a$ )	0
Scale parameter ( $b > 0$ ) ( $b = \text{mean}$ if $a = 0$ )	0.1
(Not used)	
Arrival discourage coefficient	
Batch (bulk) size distribution	Constant
Constant value	1
(Not used)	
(Not used)	
Queue capacity (maximum waiting space)	12
Customer population	M
Busy server cost per hour	
Idle server cost per hour	
Customer waiting cost per hour	
Customer being served cost per hour	
Cost of customer being balked	
Unit queue capacity cost	

**Figura 17. Ingreso de tiempos de arribo y tiempos de servicio de la empresa Lima7Barbershop**  
Fuente: Winqsb

09-10-2018	Performance Measure	Result
1	System: M/G/6/18	From Simulation
2	Customer arrival rate ( $\lambda$ ) per hour =	10,0000
3	Service rate per server ( $\mu$ ) per hour =	2,0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	9,8715
5	Overall system effective service rate per hour =	9,8645
6	Overall system utilization =	82,3878 %
7	Average number of customers in the system (L) =	6,3361
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	1,3929
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	2,5209
10	Average time customer spends in the system (W) =	0,6422 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0,1412 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0,2555 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	0,3824 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	55,2536 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0,0360
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	1000,0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	9865
26	Maximum number of customers in the queue =	12
27	Total simulation CPU time in second =	1,1720

Figura 18. Indicadores del sistema de colas inicial en la empresa Lima7barbershop  
Fuente: Winqsb

## Anexo 9. Análisis del sistema de colas utilizando PROMODEL

Simulación del sistema de colas con 6 barberos (Sistema actual)

Name	Value
Run Date/Time	11/09/2018 2:20:50 p. m.
Model Title	Normal Run
Model Path/File	G:\tesis CUEVA\lima 6 barberos.MOD
Average Warmup Time (MIN)	0
Average Simulation Time (MIN)	600

Figura 19. Información general para simulación con 6 servidores

Fuente: Promodel

Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Loc2.1	600.00	1.00	18.23	1760.99	0.89	1.00	0.88	88.92
Loc2.2	600.00	1.00	17.55	1759.01	0.85	1.00	0.87	85.45
Loc2.3	600.00	1.00	16.74	1744.14	0.81	1.00	0.87	80.97
Loc2.4	600.00	1.00	15.61	1755.39	0.76	1.00	0.83	75.92
Loc2.5	600.00	1.00	14.35	1748.26	0.69	1.00	0.76	69.49
Loc2.6	600.00	1.00	12.83	1729.49	0.61	1.00	0.68	61.34
Loc2	3600.00	6.00	95.31	1745.49	0.77	6.00	4.89	77.01
Loc3	600.00	999999.00	96.39	451.46	1.26	6.29	1.08	6.75

Figura 20. Indicadores del sistema de cola con simulación de 6 servidores

Fuente: Promodel

Name	Scheduled Time (MIN)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down
Loc3	600.00	49.29	50.71	0.00	0.00

Figura 21. Utilización del sistema calculado con simulación para 6 servidores

Fuente: Promodel

Simulación del sistema de colas con 7 barberos

lima 6 barberos.rdb - Output Viewer 3DR

File View Tools Window Help

Views: <undefined view>

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General Locations Location States Multi Location States Single Failed Arrivals Entity Av

lima 7 bar

Name	Value
Run Date/Time	11/09/2018 4:00:07 p. m.
Model Title	Normal Run
Model Path/File	G:\tesis CUEVA\lima 7 barberos.MOD
Average Warmup Time (MIN)	0
Average Simulation Time (MIN)	600

**Figura 22. Información general para simulación con 7 servidores**  
Fuente: Promodel

lima 6 barberos.rdb - Output Viewer 3DR

le View Tools Window Help

Views: <undefined view>

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General Locations Location States Multi Location States Single Failed Arrivals Entity Activity Entity States

lima 7 barberos.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Loc2.1	600.00	1.00	17.58	1750.30	0.85	1.00	0.81	85.18
Loc2.2	600.00	1.00	16.81	1748.08	0.81	1.00	0.86	81.37
Loc2.3	600.00	1.00	15.53	1750.39	0.75	1.00	0.77	75.23
Loc2.4	600.00	1.00	14.34	1759.22	0.70	1.00	0.73	69.74
Loc2.5	600.00	1.00	12.51	1734.56	0.60	1.00	0.63	60.12
Loc2.6	600.00	1.00	10.33	1758.94	0.50	1.00	0.54	50.25
Loc2.7	600.00	1.00	8.18	1725.46	0.39	1.00	0.47	39.07
Loc2	4200.00	7.00	95.28	1741.63	0.66	7.00	4.81	65.85
Loc3	600.00	999999.00	95.99	211.02	0.58	4.51	0.71	3.10

**Figura 23. Indicadores del sistema de cola con simulación de 7 servidores**  
Fuente: Promodel

lima 6 barberos.rdb - Output Viewer 3DR

le View Tools Window Help

Views: <undefined view>

General Report (Normal Run - Avg. Reps)

General Locations Location States Multi Location States Single Failed Arrivals Ent

lima 7 barberos.MOD (Normal Run - Avg. Reps)

Name	Scheduled Time (MIN)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down
Loc3	600.00	63.26	36.74	0.00	0.00

**Figura 24. Utilización del sistema calculado con simulación para 7 servidores**  
Fuente: Promodel

Simulación del sistema de colas con 8 barberos

Name	Value
Run Date/Time	11/09/2018 4:23:47 p. m.
Model Title	Normal Run
Model Path/File	G:\tesis CUEVA\lima 8 barberos.MOD
Average Warmup Time (MIN)	0
Average Simulation Time (MIN)	600

**Figura 25. Información general para simulación con 8 servidores**  
Fuente: Promodel

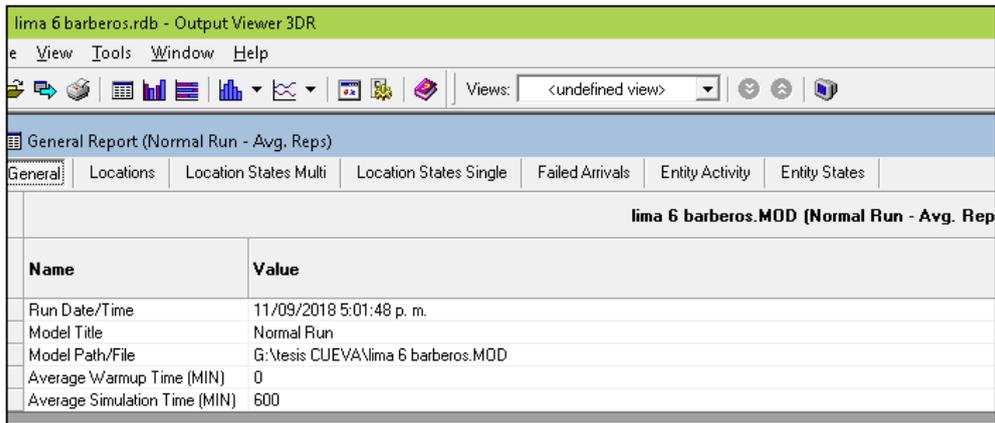
Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Loc2.1	600.00	1.00	17.22	1762.42	0.84	1.00	0.83	84.01
Loc2.2	600.00	1.00	16.61	1741.78	0.80	1.00	0.73	80.13
Loc2.3	600.00	1.00	15.12	1733.73	0.73	1.00	0.77	72.61
Loc2.4	600.00	1.00	13.65	1749.84	0.66	1.00	0.68	66.09
Loc2.5	600.00	1.00	11.68	1742.04	0.56	1.00	0.61	56.43
Loc2.6	600.00	1.00	9.42	1761.24	0.46	1.00	0.42	45.88
Loc2.7	600.00	1.00	7.50	1764.82	0.37	1.00	0.35	36.62
Loc2.8	600.00	1.00	5.08	1774.15	0.25	1.00	0.22	24.81
Loc2	4800.00	8.00	96.28	1744.07	0.58	8.00	4.61	58.32
Loc3	600.00	999999.00	96.59	145.89	0.40	3.62	0.31	2.13

**Figura 26. Indicadores del sistema de cola con simulación de 8 servidores**  
Fuente: Promodel

Name	Scheduled Time (MIN)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down
Loc3	600.00	69.22	30.78	0.00	0.00

**Figura 27. Utilización del sistema calculado con simulación para 8 servidores**  
Fuente: Promodel

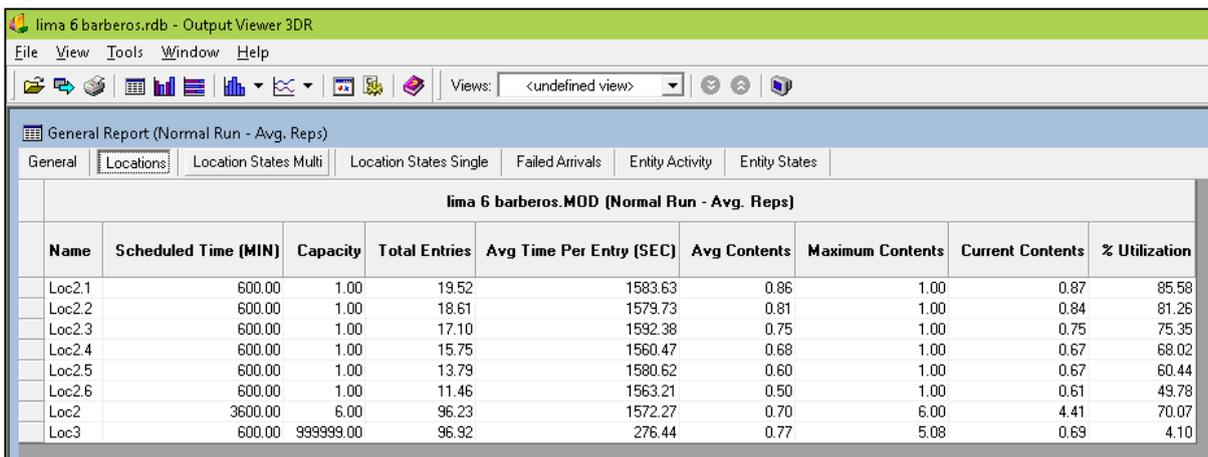
Simulación del sistema de colas con 6 barberos y disminuyendo el tiempo de servicio



Name	Value
Run Date/Time	11/09/2018 5:01:48 p. m.
Model Title	Normal Run
Model Path/File	G:\tesis CUEVA\lima 6 barberos.MOD
Average Warmup Time (MIN)	0
Average Simulation Time (MIN)	600

**Figura 28. Información general para simulación con 6 servidores con reducción en el tiempo de servicio**

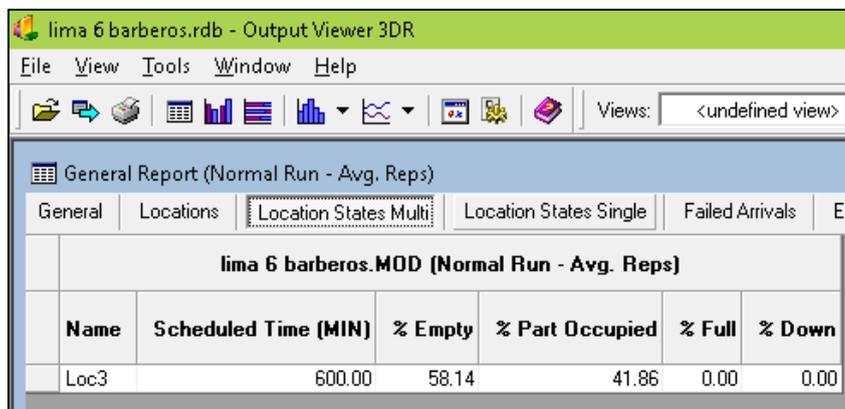
Fuente: Promodel



Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Loc2.1	600.00	1.00	19.52	1583.63	0.86	1.00	0.87	85.58
Loc2.2	600.00	1.00	18.61	1579.73	0.81	1.00	0.84	81.26
Loc2.3	600.00	1.00	17.10	1592.38	0.75	1.00	0.75	75.35
Loc2.4	600.00	1.00	15.75	1560.47	0.68	1.00	0.67	68.02
Loc2.5	600.00	1.00	13.79	1580.62	0.60	1.00	0.67	60.44
Loc2.6	600.00	1.00	11.46	1563.21	0.50	1.00	0.61	49.78
Loc2	3600.00	6.00	96.23	1572.27	0.70	6.00	4.41	70.07
Loc3	600.00	999999.00	96.92	276.44	0.77	5.08	0.69	4.10

**Figura 29. Indicadores del sistema de cola con simulación de 6 servidores con reducción en el tiempo de servicio**

Fuente: Promodel



Name	Scheduled Time (MIN)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down
Loc3	600.00	58.14	41.86	0.00	0.00

**Figura 30. Utilización del sistema calculado con simulación para 6 servidores con reducción en el tiempo de servicio**

Fuente: Promodel

**Anexo 10. Procesamiento de datos del sistema de colas luego del incremento de servidores en la empresa Lima7 BARBERSHOP**

09-23-2018	Performance Measure	Result
1	System: M/G/7/19	From Simulation
2	Customer arrival rate ( $\lambda$ ) per hour =	10,0000
3	Service rate per server ( $\mu$ ) per hour =	2,0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	9,8539
5	Overall system effective service rate per hour =	9,8439
6	Overall system utilization =	70,4034 %
7	Average number of customers in the system (L) =	5,3194
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0,3912
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	1,3523
10	Average time customer spends in the system (W) =	0,5401 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0,0397 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0,1371 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	0,6415 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	28,9276 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	1000,0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	9844
26	Maximum number of customers in the queue =	11
27	Total simulation CPU time in second =	1,2820

**Figura 31. Indicadores del sistema de colas de la empresa Lima7barbershop con 7 servidores**  
**Fuente: Winqsb**

**Anexo 11. Resultados recopilados a través de la guía de observación en la empresa LIMA7 BARBERSHOP durante el mes de octubre del 2018**

Día de la semana observado	Fechas observadas	Turno observado	Tamaño de la muestra	Tiempo de espera en cola
Lunes	1,8,15,22,29	Mañana	22	0.08
Lunes		Tarde	25	0.05
Lunes		Noche	21	0.08
Martes	2,9,16,23,30	Mañana	15	0.07
Martes		Tarde	24	0.05
Martes		Noche	17	0.12
Miércoles	3,10,17,24,31	Mañana	17	0.07
Miércoles		Tarde	27	0.08
Miércoles		Noche	18	0.07
Jueves	4,11,18,25	Mañana	22	0.08
Jueves		Tarde	28	0.07
Jueves		Noche	16	0.05
Viernes	5,12,19,26	Mañana	24	0.05
Viernes		Tarde	28	0.07
Viernes		Noche	27	0.05
Sábado	6,13,20,27	Mañana	31	0.05
Sábado		Tarde	33	0.05
Sábado		Noche	32	0.10
Domingo	7,14,21,28	Mañana	26	0.08
Domingo		Tarde	35	0.08
Domingo		Noche	28	0.08
PROMEDIO EN HORAS/CLIENTE				0.071
PROMEDIO DE CLIENTES/HORA				0.019

Fuente: Guía de observación aplicada en la post prueba

## Anexo 12. Abstract

### ABSTRACT

The objective of the present investigation was to apply the queuing theory to reduce the waiting time of the clients in the company LIMA7BARBERSHOP. To fulfill this purpose, an experimental research was carried out with a pre-experimental design, applying a pre-test and post-test, a population equivalent to 2265 clients was determined and a sample size of 513 clients was calculated; which were selected in a stratified manner taking into account the average attendance of each day and shift of the week. Among the most relevant results it can be mentioned that, before the application of the theory of queues, the company had 6 barbers and each client had to wait 0.20 hours on average to be attended. In order to improve the functioning of the system, it was initially identified that the arrival times showed an exponential behavior and the service service times a normal distribution. Through Winqsb, it was possible to determine that the system had a utilization of 82.39% and a 55.25% probability of finding the occupied space was presented. Later, using a simulation in Promodel, the possibility of improving the system was estimated by increasing the number of barbers to 7, maintaining an effective utilization of 65.85% and the empty queue during 63.26% of the attention time. Finally, it was concluded that the application of the queuing theory managed to reduce the waiting time to 0.07 hours for each client of the company LIMA7BARBERSHOP.

**Keywords:** Queue theory, Winqsb, waiting times, simulation, Promodel.



The image shows a handwritten signature in black ink, followed by the initials "S.P." below it. To the right of the signature is a circular stamp. The stamp contains the text "INSTITUTO CULTURAL PERUANO NORTEAMERICANO" around the perimeter, "SEDE CHIMBOTE" in the center, and "ON" at the bottom.

## Anexo N° 14. Acta De Aprobación De Originalidad De Tesis

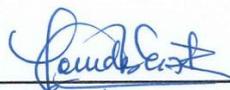
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 41
--	--	--

### ACTA N° 307 - 0 - 2018 - EII/UCV-CH

Yo, Lourdes J. Esquivel Paredes, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo filial Chimbote, revisor de la tesis titulada "APLICACIÓN DE TEORIAS DE COLAS PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ESPERA DE LOS CLIENTES EN LA EMPRESA LIMA7BARBERSHOP-CHIMBOTE 2017", de la estudiante CUEVA APONTE DEYSI YANET, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 30 de noviembre del 2018



Mg. Lourdes J. Esquivel Paredes  
DNI: 41194263

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**Anexo N° 15. Formulario De Autorización Para La Publicación Electrónica De Tesis**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 16
--	--	--

Yo, CUEVA APONTE DEYSI YANET, identificado con DNI N° 42045156 , egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo ( **X** ), no autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "APLICACIÓN DE TEORIAS DE COLAS PARA REDICIR EL TIEMPO DE ESPERA DE LOS CLIENTES EN LA EMPRESA LIMA7BARBERSHOP-CHIMBOTE 2017"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
FIRMA

DNI: 42045156

FECHA: 3/12/2018

**Anexo N° 16. Formulario De Autorización De La Versión Final Del Trabajo De Investigación**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:  
CUEVA APONTE DEYSI YANET

---

INFORME TITULADO:

APLICACIÓN DE TEORIAS DE COLAS PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ESPERA DE LOS CLIENTES EN LA EMPRESA LIMA7BARBERSHOP-CHIMBOTE 2017

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 3/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 13

  
Ms. RUTH M. QUILICHE CASTELLARES  
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA INDUSTRIAL

