

## FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial



“PROPUESTA DE MEJORA PARA DISMINUIR EL TIEMPO DE ESPERA EN OBTENCIÓN DE CITAS EN PERÍODOS DE MAYOR DEMANDA EN ÁREA DE ADMISIÓN DEL HOSPITAL SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Richard Aníbal Delgado Ortega

Asesor:

Ing. Carlos Alberto Bueno Ponce

Lima - Perú

## DEDICATORIA

A todas las personas que me brindaron apoyo y sus experiencias en este proceso de aprendizaje continuo que tuvo como objetivo final ser un profesional integro, capaz de brindar solidez en base a conocimientos para el desarrollo de la industria en el país.

A mi familia que aportaron tranquilidad y consejos para sobrellevar las dificultades que se presentaron en mi camino universitario.

A Dios que guía mis pasos y protege mis deseos de mejorar cada día.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por sus bendiciones y poder culminar satisfactoriamente el trabajo de tesis.

A mi familia, amistades por brindarme su apoyo incondicional.

A mi asesor el Ing. Carlos Bueno Ponce que con sus conocimientos, experiencia y motivación permitió culminar la presente tesis con éxito.

Deseo hacer mención especial Director del Hospital San Juan de Lurigancho y al Jefe del área de Unidad de Estadística e Informática, encargado del área de Admisión por permitirme realizar la presente investigación en el hospital y brindarme la información para su realización.

A todos gracias por el apoyo brindado.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad Problemática .....	12
Antecedentes .....	12
1.2. Bases teóricas.....	16
Colas en el Sistema de Salud. ....	16
Teoría de Colas.....	17
Línea de Espera o Cola de espera.....	18
Modelo de Cola. ....	18
Terminología y notación.....	21
Notación Kendall .....	22
Modelo M/M/S.....	23
Parámetros de Desempeño .....	24
Servidores.....	25
Capacidad del sistema.....	26

Estudio de tiempos.....	26
Tiempo de espera .....	26
Simulación.....	27
Servicio... ..	28
Costos del sistema.....	29
1.3. Definición de términos básicos.....	30
1.4. Formulación del Problema .....	31
1.4.Objetivos.. ..	31
Objetivo general .....	31
Objetivos específicos. ....	31
1.5. Hipótesis. ....	31
Hipótesis general .....	31
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>32</b>
2.1. Tipo de investigación .....	32
Tipo Aplicada .....	32
Diseño No experimental.....	32
Nivel Descriptivo .....	32
2.2. Materiales, instrumentos y métodos.....	33
Materiales.....	33
Métodos .....	33
Instrumentos .....	33
2.3. Procedimiento .....	34
Descripción de base de datos para estudio de teoría de colas. ....	35
Determinación de la distribución de probabilidad de la muestra. ....	37
Propuesta de mejora.....	41

<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
3.1. Disminución del tiempo de espera para la obtención de citas en períodos de mayor demanda aplicando Teoría de colas. ....	42
Modelo M/M/S .....	44
3.2. Parámetros de desempeño del sistema en la obtención de citas médicas. ....	46
3.3. Número de servidores que permiten el estado estable del sistema para obtención de citas.....	47
3.4. Capacidad de atención en área de Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho. ....	49
 <b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
4.1. Discusión.....	52
Discusión sobre resultados de disminución del tiempo de espera. ....	52
Discusión sobre la determinación de los parámetros de desempeño del sistema. ....	53
Discusión sobre resultado del número de servidores que permiten el estado estable.....	53
Discusión sobre resultado de capacidad de atención en área de Admisión. ....	54
4.2. Conclusiones.....	54
 <b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>56</b>
 <b>REFERENCIAS .....</b>	<b>57</b>
 <b>ANEXOS .....</b>	<b>60</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de llegadas de usuario en Admisión: Septiembre 2018.....	36
Tabla 2. Número de llegadas de usuarios en Admisión: Octubre 2018 .....	37
Tabla 3. Tiempos estándar de servicio y espera: Septiembre 2018.....	42
Tabla 4. Tiempos estándar de servicio y espera: Octubre 2018. ....	42
Tabla 5. Resumen comparativo Septiembre - Octubre: tiempo total de atención. ....	43
Tabla 6. Comparativo entre modelo actual M/M/6 y modelo propuesto M//M/8: Promodel. ....	45
Tabla 7. Comparativo entre modelo actual M/M/6 y modelo propuesto M/M/8: Porcentajes.....	45
Tabla 8. Comparativo Septiembre - Octubre: tiempos promedios.....	46
Tabla 9. Comparativo Septiembre - Octubre: parámetros de desempeño del sistema. ....	46
Tabla 10. Cálculo del factor de utilización: estado estable.....	47
Tabla 11. Medidas de desempeño: estado estable.....	48
Tabla 12. Probabilidad de existencia de usuarios en cola.....	48
Tabla 13. Utilización de locaciones: Simulación Promodel M/M/6. ....	50
Tabla 14. Utilización de locaciones: Simulación Promodel M/M/8. ....	51
Tabla 15. Comparativo entre modelo actual M/M/6 y modelo propuesto M/M/8: Ventanilla.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos básicos de modelos de línea de espera.....	18
Figura 2. Disposiciones para instalación de servicio.....	21
Figura 3. Modelo basado en costos .....	29
Figura 4. Descripción estadística de la tasa de llegadas de usuarios: Septiembre .....	38
Figura 5. Comportamiento de la tasa de llegadas: Distribución Poisson.....	39
Figura 6. Descripción estadística de la tasa de llegadas de usuarios: Octubre.. ..	40
Figura 7. Comportamiento de la tasa de llegadas: Distribución Poisson.. ..	41
Figura 8. Comparativo de tiempos observados.....	43
Figura 9. Probabilidades de usuarios en cola.. ..	49



## ÍNDICE DE ECUACIONES

1. Factor de utilización. ....	23
2. Probabilidad de que cero clientes estén en cola .....	23
3. Probabilidad de que haya n clientes en el sistema. ....	23
4. Numero promedio de clientes en cola de espera. ....	23
5. Tiempo promedio de espera en cola. ....	24
6. Tiempo promedio transcurrido en el sistema, incluido servicio. ....	24
7. Tiempo promedio de clientes en el sistema de servicio. ....	24

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo determinar que la aplicación de Teoría de colas logra disminuir el tiempo de espera para obtención de citas médicas en periodos de mayor demanda en el área de Admisión del hospital San Juan de Lurigancho, 2018, esto beneficia a usuarios asegurados que son mayoría demandantes del servicio médico. La metodología consiste en el muestreo de los tiempos de atención en Admisión en horario de las 9 hasta las 13 horas durante dos meses; con estas muestras se calcula los tiempos promedios de llegadas y servicio, posterior a ello se realiza el análisis de las dimensiones de Teoría de colas: parámetros de desempeño, servidores, Capacidad del sistema y tiempo de espera, a fin de identificar el modelo de cola actual.

El modelo actual con 6 servidores en paralelo y un modelo propuesto, que agrega 2 servidores se someten a simulación en el software Promodel, el fin es determinar si el modelo propuesto logra disminuir el tiempo de espera y permite que el sistema alcance el estado estable. Los resultados obtenidos son analizados y comparados entre sí, concluyendo que el tiempo de espera disminuyó en 2 minutos 57 segundos y aumentó en 24 los usuarios atendidos, esto a favor del modelo propuesto estos se ponen a disposición para la toma de decisiones.

**Palabras clave:** *Usuario, Teoría de colas, estado estable, servidores, capacidad del sistema.*

## ABSTRACT

The present investigation aims to determine that the application of queuing theory manages to reduce the waiting time for obtaining medical appointments in peak demand periods in intake area of the Hospital San Juan de Lurigancho, 2018, this benefits to insured persons who are most users demanding medical service. The methodology consists of the sampling of the times of attention on admission to the 9 hours until 13 hours for two months; with these samples is calculated as the average times of arrivals and service, after this is done the analysis of the dimensions of queuing theory: performance parameters, servers, capacity of the system and waiting time, in order to identify the model of the current queue.

The current model with 6 servers in parallel and a proposed model, which adds 2 servers are subjected to simulation in the Promodel software, the purpose is to determine whether the proposed model allows to reduce the waiting time and allows the system to reach steady state. The results obtained are analyzed and compared to each other, concluding that the waiting time decreased by 2 minutes 57 seconds and increase in 24 users attended, this in favor of the proposed model these are made available for decision-making.

**Keywords:** *User, queuing theory, stable state, servers, capacity of the system.*

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática.

El sector Salud es uno de los sectores con más importancia en el país, debido a que su función primordial es mantener saludable a la población para un correcto desempeño de estos, a su vez es uno en los cuales se debe realizar grandes cambios dado a las recientes investigaciones y a la aparición nuevos síntomas de enfermedades ya conocidas que ponen en riesgo a la población. La capacidad de los hospitales debe ser basta para atender una población que aumenta aceleradamente y carece de los medios económicos para subsistir. En este contexto se encuentra el Hospital de San Juan de Lurigancho, que está ubicado en la Av. Canto grande S/N Alt. Paradero 11 en el distrito de San Juan de Lurigancho, que actualmente cuenta con gran demanda de sus servicios de salud, siendo apoyo de la población que cuenta con escasos recursos, estos encuentran atención en las diversas especialidades; clasificando al hospital en tres servicios fundamentales como: Consultorio Externo, Hospitalización y Emergencia cuidados críticos. Sin embargo, en el área de Consultorio Externo observamos la falta de personal, demoras en admisión y en la entrega de citas, lo cual determina exceso de colas de atención esto se nota en un excesivo tiempo de atención del usuario desde su ingreso hasta terminar su consulta, siendo la causas más recurrentes el cambio de turno del personal, demora en entrega de fichas de atención, cansancio del personal, uso inadecuado de los equipos y demasiados recorridos por el usuario. Todo esto viene generando sobregastos innecesarios y la insatisfacción de los usuarios. Respecto a esta problemática de tiempo de espera a usuarios la Unidad de Gestión de Calidad realizo una medición de tiempos, en la cual se basan en tres indicadores como son Mayor tiempo demostrado, Tiempo estándar y Menor tiempo demostrado; encontrando valores de 03h 50 min, 02h 19 min y 01h 03 min respectivamente. Cabe resaltar que estos indicadores refieren al tiempo de atención por usuario que es atendido en Admisión. Frente a esta problemática, la presente investigación propone aplicar estudio de teoría de colas en el área de Admisión del Hospital de San Juan de Lurigancho, así proponer mejoras en referencia al análisis de los tiempos de atención por ventanilla y el número citas generadas, el fin es corregir el tiempo de espera que se genera con las colas que son generadas por problemas que se indican este trabajo.

#### **Antecedentes**

Los antecedentes para el tema modelo de colas a fin de disminuir el tiempo de espera en la entrega de citas en el área de admisión, realizado en el campo de los hospitales y consultorios externos son pocos y analizan otro tipo de variables, dicho esto, este inconveniente no es perjudicial dado que se tomara información válida del hospital.

### ***Ámbito nacional***

**Marquez, L. (2012)** “Propuesta de Reducción del tiempo de atención al cliente en el servicio de Farmacia de una Clínica Particular”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.

El objetivo del autor es la disminuir los tiempos de atención en el área de farmacia de la clínica Ricardo Palma, debido a la insatisfacción de los pacientes. Propone un nuevo modelo de layout, además de servicio con ventanillas y personal capacitado para obtener la satisfacción deseada, para ello utiliza el software ARENA para simular el sistema determinado obteniendo así una reducción en el tiempo total en el sistema que promedia 11min 05 seg, tiempo que se redujo en 34,3% del actual, pero aun no llega al tiempo aceptable entre 6 a 9 min. Respecto a los costos de la implementación arrojan un total de S/. 3163.87, mientras el costo con el sistema actual es de S/ 4 125.04, reduciendo en un 23% con la propuesta. Esta investigación amplia las soluciones que se le puede dar al problema de las demoras, con una herramienta potente como la simulación, esta opción será factible para el desarrollo de la presente investigación.

**Rosazza, C., Rosazza, S. (2015).** “Modelo de línea de espera y optimización de servicio de despacho de combustible en la empresa Consorcio Terminales GMP OILTANKING-Supe Puerto, 2014”, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.

El objetivo del autor fue determinar un modelo de línea de espera que permita la mejora del servicio de despacho de combustible, describiendo un modelo de regresión lineal múltiple en función a parámetros como distribución de arribos, servidores y capacidad del sistema que guardan relación con la optimización del servicio. Siendo el resultado el siguiente modelo:  $Y$  (optimización del servicio) = 20,437 + 0,106\*(Distribución de arribos) + 0,200\*(servidores) + 0,349\*(Capacidad del sistema). Se realizó la simulación de un mes del modelo con 2, 3 y 4 servidores, que arrojó resultados en la venta al mes de 2 149 000, 3 095 000 y 3 541 000 galones respectivamente. Se muestra optimización del sistema contando con 4 servidores debido que el costo de espera por hora disminuye de S/ 801,02 a S/61,42, siendo así está la mejor opción. Esta investigación aporta para el desarrollo de las bases teóricas y la metodología que aplica, nos demuestra que los parámetros: distribución de arribos, numero servidores y capacidad del sistema, se relacionan con la optimización del sistema, que a su vez permite la disminución del costo de espera de un servicio. En el presente trabajo se busca la disminución del tiempo de espera utilizando estudio de teoría de colas en la entrega de citas de un hospital, para lo cual se analiza los parámetros antes mencionados a fin de modelar un sistema el cual será simulado, generando un informe de desempeño cuyo análisis que sirve para la toma de decisiones, a fin de generar menores costos de espera en el servicio.

**Salazar, I. (2014).** “Diagnóstico y Mejora para el servicio de atención de emergencia de hospital público”, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.

El objetivo del autor es mejorar la atención de los pacientes en el Hospital de la Policía Nacional del Perú, para ello utiliza simulación de eventos discretos, cada especialidad con su respectivo modelo, asignando tiempos según las distribuciones ajustadas al analizar por aleatoriedad. Como resultado de las simulaciones obtiene al agregar una unidad a cada recurso involucrado al sistema, alcanza reducir el tiempo de atención por paciente de 333.587 min a 189.025 min, lo cual indica una reducción del tiempo total en cola de 43%. En el análisis económico obtiene un VAN = S/800.00 y una TIR=47% lo que hace viable su propuesta. El beneficio del estudio permitió al investigador cercanía en el uso de programa de simulación Arena, que brinda ventajas ello sirvió para la elección del simulador; otra de las utilidades es el planteo de costos operativos del servicio que sirven en la posterior evaluación económica.

### ***Ámbito internacional***

**Cazorla, F. (2014).** “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” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

El principal objetivo del autor es determinar si existe un servicio adecuado en el departamento de admisión del hospital provincial general Docente de Riobamba y si el nivel de satisfacción de los pacientes es el idóneo. Nótese que en la encuesta realizada a una muestra de 964 personas, a 523 pacientes les parece adecuado el tiempo de atención en admisión, mientras que, los 441 restantes mencionan que el tiempo dedicado para admisión no es el adecuado. El modelo utilizado por el hospital es el M/M/1 el cual arroja un número de pacientes en el sistema ( $L=16$ ), el número de pacientes en cola ( $Lq=15$ ) el tiempo medio de espera en sistema ( $W=9.33$  min) y el tiempo de espera medio en cola ( $Wq= 8.78$  min). Mientras los resultados que arroja la propuesta de un modelo M/M/2 son el número de pacientes en el sistema ( $L=6$ ), el número de pacientes en cola ( $Lq=5$ ), el tiempo medio de espera en sistema ( $W=3.6$  min), y el tiempo medio de espera en cola ( $Wq=3.05$  min). Se encuentra un menor costo de espera (\$20) con el modelo actual M/M/1, mientras que el modelo M/M/2 es de (\$40), pero al hablar del costo total el modelo propuesto M/M/2 consigue un ahorro de \$12,44 sobre el anterior, esto implica la implementación del modelo sugerido. Esta investigación aporta la metodología necesaria para aplicar modelos de cola tipo M/M/1 y M/M/2, la definición de cada parámetro necesario y el cálculo de los costos de espera, todo lo antes mencionado necesarios para una adecuada toma de decisiones.

**Chingaté, V. (2012).** “Estrategias de mejoramiento en el sistema de líneas de espera en BANCAMÍA S.A empleando Simulación discreta”, Universidad Libre, Bogotá D.C., Colombia.

El principal objetivo del autor es la modelación de un sistema de línea de espera en una entidad financiera, mediante el uso de instrumentos para la toma de tiempos, simuladores de modelo de líneas como Promodel y un modelo de layout propuesto; esto claro dependiendo de la demanda del servicio y los problemas generados en el modelo actual.

Los tiempos del modelo actual son de 45 min/cliente en Asesoría y 15min/cliente en Caja, sin embargo se identifica demoras en el área de asesoría por falta de personal, además de un indebido dimensionado de las oficinas. Se plantea un escenario con 6 módulos en asesoría y 3 módulos en Caja para cubrir la demanda pronosticada, el resultado fue el aumento del servicio de 786 a 857 clientes atendidos, disminuye los clientes en cola de 83 a 13, disminuye un 87,22% el tiempo de espera de 30,5 a 3,9min, de esta forma el tiempo de espera en sistema disminuye de 31,57 a 4,99 min. Esta investigación aporta para el desarrollo del presente trabajo: el uso de formato de tiempos detallado necesaria para generación de data útil para el estudio de tiempos en cola, en sistema y de atención, la construcción del modelo layout a fin de aprovechar correctamente el espacio, la elección del modelo de línea de espera adecuado para evitar tiempos de espera prolongados a partir del análisis de sistema y el uso de la herramienta Promodel en la construcción del modelo y la simulación del sistema para conocer la capacidad del sistema, necesario para la correcta toma de decisiones.

**Guevara & Rivadeneira (2011).** “Optimización del Sistema Hospitalario Ecuatoriano: Estudio, Modelización, Simulación y Minimización de tiempos de espera de pacientes de consulta externa”. Pontificia Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

El objetivo es reducir el tiempo de los pacientes del sistema hospitalario ecuatoriano para la cual se ha tomado el caso de estudio el hospital de especialidades Eugenio Espejo. La muestra fue de 2449 distribuidas estratificadamente en todas las especialidades del hospital de una muestra total diaria. Los principales resultados obtenidos de la investigación es que el número de médicos actual en consulta externa de HEE no logra cubrir la demanda total en las 4 horas de atención, por lo tanto es necesario incrementar el número de servidores disponibles, las especialidades críticas con Urología y Oftalmología cuya demanda está alrededor del 81% y el tiempo de espera promedio es de 2 horas. Propone contratar médicos para especialidades: Urología, Cardiología, Oftalmología, Neuroclínica, Endocrinología y Ginecología, cuya demanda es de 65%. También el 10.09% del tiempo total en el hospital es destinado a consulta, mientras que el 89.91% destinado a espera, dicho porcentaje genera pérdidas económicas, de costo aproximado de USD 376689,60 anual. Esta investigación aporta información de la situación de un hospital en Ecuador, permite identificar características similares de problemas por tiempos de espera prolongados en colas que se manifiestan de la misma forma en el hospitales del país, además de ello ayuda en conocer el entorno del simulador MATLAB-Simulink que permite el diseño del modelo y la opción de implementar una central telefónica a fin de disminuir el tiempo de espera con ayuda de la tecnología, una opción factible.

**Ayala, M. (2007).** “Análisis y Aplicación de la teoría de colas en un centro médico de consulta externa”, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF, México.

El objetivo primordial es la descripción adecuada del sistema de líneas de espera, para brindar elementos en la toma de decisiones. Los resultados obtenidos fueron que los pacientes esperan en promedio 20 minutos para ser atendidos, hecho que permite realizar las funciones en la cola de admisión holgadamente, más notemos que la recepcionista 3 se basta para realizar el trabajo toda la semana, presentando un 60.82% de tasa utilización el día sábado, tiempo total en sistema ( $W=2.98$  min) y el tiempo de espera en cola ( $Wq=1.81$  min), mientras que la recepcionista 4 requiere un mayor tiempo de proceso, notando el día sábado una tasa utilización del 71.73%, un tiempo total en sistema ( $W=6.22$ min) y un tiempo de espera en cola ( $Wq=4.46$ min). Esta investigación aporta al desarrollo del presente trabajo de investigación pues muestra la metodología que se utiliza para recolección datos en hospitales, el monitoreo de las operaciones realizadas, el estudio de teoría de colas con los datos obtenidos (tiempos llegada y atención de pacientes), además los conceptos planteados sirven como referencia para elaboración de las bases teóricas.

## 1.2. Bases teóricas

### **Colas en el Sistema de Salud.**

El sector salud es de vital importancia para el desarrollo de un país, en tal contexto se producen nuevos retos para ella, cuando de atender a la población se trata. Se conoce como una de las organizaciones más complejas, que debido al incremento del costo de la salud, ocupa un lugar importante en la actividad económica del país debido a los gastos que genera.

Las líneas de espera o colas son parte del normal funcionamiento de cualquier sistema de salud, en especial si son financiados con fondos públicos. La escasez de medios frente a una demanda elevada de pacientes, tiene como resultado que no se pueda dar solución a todas las necesidades de salud en el país.

El principal inconveniente que surge con las colas no eficientes, son los tiempos de atención que pueden ser percibidos por los pacientes a manera de tiempos exagerados, si estos notan que no avanzan de un mismo punto en referencia con su hora de arribo. En el caso de financiamiento público, el gobierno evalúa las colas con respecto a los costos asociados y de acuerdo a la demanda en otros sectores.

La elevada demanda y largas colas de pacientes en los hospitales públicos se agudizan principalmente por el déficit de médicos para atenderlos.

El ministro de salud, Abel Salinas Rivas, dispuso que es responsabilidad de cada director la mejora continua de su establecimiento de acuerdo a sus características propias, a fin de simplificar el proceso que siguen los usuarios durante su permanencia en dicho hospital. ‘No podemos permitir



que los pacientes formen largas colas y pasen por cantidad de ventanillas para hacer sus trámites, hay que simplificar’.

Reducirán tiempo de espera de pacientes en hospitales. (22 de Febrero del 2018). *Expreso*. p, A18. (Editorial, 2018).

### **Teoría de Colas**

La teoría de colas es una disciplina dentro de la Investigación de Operativa cuyo fin es el estudio y análisis de procesos en los cuales se demande cierto servicio, sin embargo dicho servicio no puede ser satisfecho inmediatamente, lo cual provoca esperas. La función de análisis permite determinar modelos capaces de alcanzar el uso eficiente de recursos que posea, a fin de brindar una atención rápida la cual evitaría esperas prolongadas que se ven reflejadas en aparición de colas de espera en el servicio. (Cao, 2002)

Al respecto (Hilliers, 2010), define lo sobre el estudio que:

La teoría de colas es el estudio de la espera en las distintas modalidades. Utiliza los modelos de colas para representar los tipos de sistemas de línea de espera (Sistema que involucran colas de algún tipo) que surgen en la práctica. Las fórmulas de cada modelo indican cuál debe ser el desempeño del sistema correspondiente y señalan la cantidad promedio de espera que ocurrirá en diversas circunstancias. (p. 708)

### **Objetivos de Teoría de colas**

Los objetivos dependen del tipo de sistema y del problema a resolver. Sin embargo generalizando esta busca determinar niveles óptimos de servicio, que cubra la demanda, que opere con bajos costos, sin afectar la calidad del servicio prestado en la organización. (Moya, 1999).

Los objetivos que se buscan en el estudio de teoría de colas son:

- Identificar la capacidad máxima del sistema que minimice el costo global.
- Identificar y evaluar el impacto que las posibles alternativas de modificación de la capacidad del sistema.
- Permiten encontrar el balance adecuado entre el costo de servicio y la cantidad de espera.
- Diseñar sistemas que minimicen el costo total de servicio de espera.

### Línea de Espera o Cola de espera.

Se conoce como cola a una hilera formada por uno o varios clientes que aguardan para recibir un servicio, es parte fundamental en el funcionamiento de cualquier sistema que se dedique a la prestación de servicios, estos se forman a raíz de un desequilibrio temporal entre la demanda de un servicio y la capacidad del sistema para suministrarlo. Los clientes pueden ser personas, objetos o maquinas según el servicio a recibir, en este caso en particular se trata de pacientes que esperan atención médica. (Carro, 2012)

### Modelo de Cola.

Para determinar qué tipo de modelo de cola se está utilizando en una organización se debe conocer los elementos básicos que interactúan en el sistema como se puede observar. (Ver Figura 1)

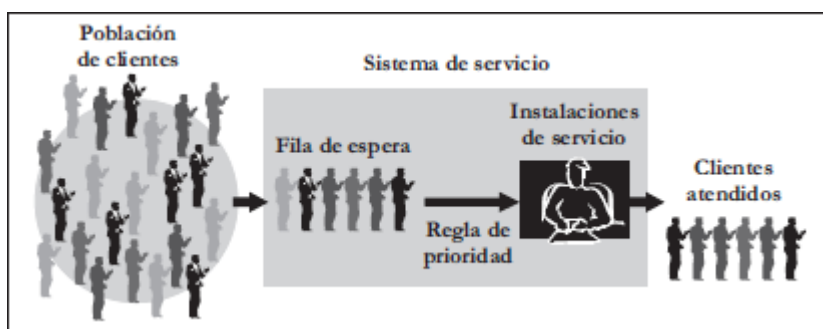


Figura 1. Elementos básicos de modelos de línea de espera. (Carro & González, p.3)

Cualquier modelo de colas posee elementos básicos que aseguren su funcionamiento, ya depende de las características de estos se puede determinar la clase de modelo que sea más eficiente para cada tipo de servicio que se desee brindar. Cuando se aplica modelo, se recoge los resultados que serán analizados por el interesado para una toma de decisiones, que permitirá la optimización del servicio, agregando canales de atención si la demanda tiende a incrementarse o destinar prioridades para solución de la atención. (Cao, 2002)

Los elementos de referencia en el modelo de cola son:

- Población de clientes.
- Llegada de clientes
- Cola
- Capacidad de cola
- Disciplina de la cola
- Los tiempos de servicio.
- La cantidad de servidores.
- Etapas del servicio.

### ***Población de clientes***

Es fuente de insumo para un sistema de servicio. Se dice que es finita si el número de clientes potenciales para el servicio se ve afectado por los clientes que se encuentran en la línea de espera. Caso contrario se considera como infinita si es que los clientes que ingresan al sistema no afectan a la tasa de atención que brinda el servicio. (Aguilar, 2016)

### ***Llegada de clientes***

Este término evalúa la variable de tiempo que transcurre entre dos llegadas sucesivas a dicho sistema y sirve para el análisis de la alimentación, es decir para saber qué cantidad de clientes ingresan al sistema. Su valor es variable, por lo tanto es necesario analizar que distribución de probabilidad presenta, es también relevante analizar la distribución probabilística asociada a la cantidad de clientes esperados que llegan por unidad de tiempo, esta variable es denominada tasa media de llegadas y el parámetro asociado es lambda ( $\lambda$ ), con el análisis de estos valores se puede determinar un modelo de línea de espera. (Hilliers, 2010)

### ***Cola***

(Hilliers, 2010), al respecto nos dice:

La cola es donde los clientes esperan antes de recibir el servicio. Una cola se caracteriza por el número máximo permisible de clientes que puede admitir. Las colas pueden ser finitas o infinitas, según si dicho número es finito o infinito. El supuesto de una cola infinita es el estándar de la mayoría de modelos, incluso en situaciones en las que en realidad existe una cota superior (relativamente grande) sobre el número permitido de clientes, puesto que manejar una cota así puede ser un factor que complique el análisis. En los sistemas de colas en los que la cota superior es tan pequeña que se llega a ella con cierta frecuencia, es necesario suponer una cola finita. (p. 710)

### ***Capacidad de Cola***

Es el máximo número de clientes admisible en una cola antes de brindar el servicio o, que no perjudica el correcto funcionamiento del sistema. Este limitante tiene que ver con la sensibilidad del servicio que se brinda y la impaciencia del cliente. La capacidad finita es adoptada en casos reales, pero suponerla infinita no es tan equivocado ya que existe la probabilidad de clientes que sobrepasen el máximo permitido y esperen fuera de la cola. (Rosazza, 2015)

### ***Disciplina de cola.***

En su tratado (Cao, 2002) define: “Es el modo en el que los clientes son seleccionados para ser servidos”. (p. 130)

Las disciplinas utilizadas con más incidencia en las organizaciones según (Cao, 2002) son:

- La Disciplina FIFO (first in first out), también llamada FCFS (first come first served): según la cual se atiende primero al cliente que antes haya llegado.
- La disciplina LIFO (last in first out), también conocida como LCFS (last come first served) o pila: que consiste en atender primero al cliente que ha llegado el último.
- La RSS (random selection of service), o SIRO (service in random order), que selecciona a los clientes de forma aleatoria.
- La disciplina RR (round robin), según la cual se otorga un pequeño cuanto de tiempo de servicio a cada cliente de forma secuencial. Esto viene a equivaler a repartir los recursos de forma igualitaria entre todos los clientes en espera y, por supuesto solo tiene sentido en algunas circunstancias (como el ámbito de la informática). (p. 130)

La disciplina hace referencia al orden preferente que tiene el sistema para brindar el servicio, para el presente tratado se elegirá el criterio de primer arribo, primera atención del servicio o también llamado PEPS (primera entrada, primera salida), que es utilizada en centros de salud, específicamente en consultorios externos. (Hilliers, 2010)

### ***Los tiempos de servicio.***

Es el tiempo transcurrido desde el inicio del servicio en un servidor o servidor múltiple a un cliente hasta su culminación y su valor es variable de cliente a cliente, por ello es necesario analizar la distribución de probabilidad de tiempos en cada servidor. El tiempo de servicio depende de la tasa media de servicio que es evaluada por el parámetro ( $\mu$ ), esta sirve para determinar el modelo de sistema. (Hilliers, 2010)

### ***La cantidad de servidores.***

Es la capacidad instalada de puestos de servicio en un sistema, se debe conocer su cantidad, ya que ello permite determinar la capacidad máxima de clientes, como también los tiempos de servicio para su satisfacción. Una elevada cantidad de servidores para atender la demanda del servicio, puede resolver un problema de alta demanda, sin embargo ello eleva la ocurrencia de tiempos ociosos en horas de baja demanda si no determina correctamente un modelo a seguir.

El número de servidores en una estación se determinará por la demanda y calidad de servicio requerido para satisfacción del cliente. Determinar esta cantidad tiene por objetivo

minimizar el costo de operación del sistema, el cual es constituido de: costo por servicio y costo por espera.

A menudo es utilizado el sistema multiservidor con una sola cola, que se refiere a servidores distribuidos en paralelo cuyo principal objetivo es brindar tiempos de atención semejantes en cada servidor, de esta manera determinar un modelo particular el cual permita agilizar el proceso, reducir tiempos de espera y aumentar calidad en el servicio prestado. Sin embargo así como se pretende agilizar la atención cuando existe elevada demanda del servicio, también es perjudicial para la organización mantener todos los servidores abiertos si hay baja demanda, para esto una solución sería destinar algunos servidores para realización de operaciones secundarias propias del área en las cuales se encuentren. (Rosazza, 2015)

**Etapas de servicio**

El sistema de cola de servicio puede ser de una etapa o multietapa, en el caso de entidades bancarias es utilizado el sistema de una etapa, para nuestro estudio se aplica el sistema multietapa por tratarse de un hospital. Existe la posibilidad de admitir un retroceso el sistema multietapa del servicio, si es que no cumple el control de calidad o el servicio no satisface al cliente. (Carro, 2012)

En la Figura n °2, se muestra la disposición de instalaciones de servicio, ya sea considerado personal y/o equipo para atender el servicio. Estas disposiciones se deben elegir según el volumen de clientes y la urgencia del servicio.

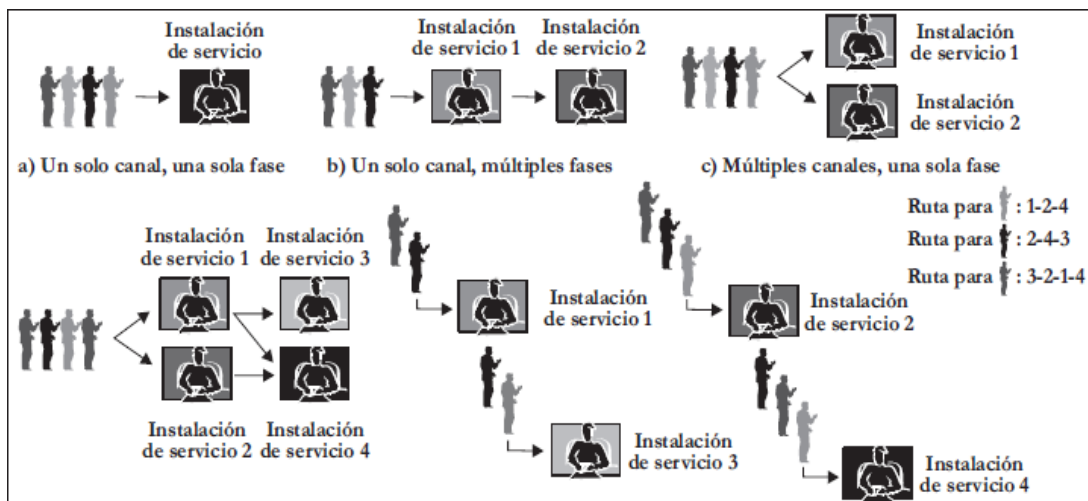


Figura 2. Disposiciones para instalación de servicio. (Carro y González, p.4)

**Terminología y notación.**

En el tema de colas se utiliza cierta terminología estándar para representar los elementos que determinan el modelo de cola óptimo, según (Cao, 2002) son mencionadas a continuación:

L: número de clientes esperado en el sistema.

$L_q$ : longitud esperada de cola (excluye clientes que están en servicio)

$N(t)$ : Número de clientes en el sistema de colas en el tiempo  $t$ . ( $t \geq 0$ )

$P_n(t)$ : probabilidad de que exactamente  $n$  clientes estén en el sistema en el tiempo  $t$ , dado el número en el tiempo 0.

S: número de servidores en el sistema de colas.

$\lambda_n$ : tasa media de llegadas de clientes nuevos, cuando hay  $n$  clientes en el sistema.

$\mu_n$ : tasa media de servicio por unidad de tiempo, cuando hay  $n$  clientes en el sistema.

W: tiempo de espera en el sistema (incluye tiempo de servicio)

$W_q$ : tiempo de espera en cola (excluye tiempo de servicio)

$C_i$ : Costo total promedio del sistema de cola por unidad de tiempo.

$C_e$ : Costo promedio de servicio por cliente por unidad de tiempo.

$C_q$ : Costo promedio de espera por cliente por unidad de tiempo.

### Notación Kendall

Permite especificar las características de un modelo de línea de espera. En el estudio de las líneas de espera no se puede especificar con certidumbre un valor constante de los tiempos de llegada y de atención en un servicio, por tal motivo se debe asignar distribuciones de probabilidad, que describan el comportamiento de la línea de espera estudiada, específicamente los tiempos de llegada y de servicio, ya que cada proceso cuenta con características particulares.

En el estudio de las líneas de espera, son utilizadas tres tipos de distribuciones de probabilidad a que ocurran sucesos están son:

- Markov.
- Determinística.

La distribución markoviana es utilizada para describir eventos aleatorios, es decir no toma en cuenta eventos del pasado.

La distribución determinística, aquella en la cual los sucesos ocurren de forma constante.

La distribución general, es cualquier otra distribución de probabilidad. Se puede describir el evento de llegadas utilizando una distribución de probabilidad en conjunto el evento de servicio a través de otra. (Rosazza, 2015)

Con tal de facilitar la comunicación al momento de trabajar con los modelos de línea de espera, se propuso una notación:

A/B/s

Donde:

A: distribución de llegadas

B: distribución del servicio

s: número de servidores

Se utiliza ciertas letras para designar ciertas distribuciones, siendo de uso convencional las siguientes:

M: distribución exponencial.

D: número determinístico.

G: cualquier distribución (general) de tiempos de servicio.

GI: cualquier distribución (general) de tiempos de llegada.

Ek: distribución erlang.

### Modelo M/M/S

Modelo de cola, estudiada por la Teoría de colas que presenta distribución de llegadas de comportamiento Poisson, y se distingue por la distribución de servicio es de comportamiento exponencial, posee  $s$  servidores idénticos para atender un servicio requerido.

Según (Carro, 2012) utilizan algunas ecuaciones como:

1. Factor de utilización.

$$\rho = \frac{\lambda}{s \cdot \mu} \quad (1)$$

2. Probabilidad de que cero clientes estén en cola

$$P_0 = \left[ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left( \frac{1}{1-\rho} \right) \right]^{-1} \quad (2)$$

3. Probabilidad de que haya  $n$  clientes en el sistema.

$$P_n = \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} P_0 ; 0 < n < s \quad (3)$$

4. Numero promedio de clientes en cola de espera.

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^s \rho}{s! (1-\rho)^2} \quad (4)$$

5. Tiempo promedio de espera en cola.

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (5)$$

6. Tiempo promedio transcurrido en el sistema, incluido servicio.

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (6)$$

7. Numero promedio de clientes en el sistema de servicio.

$$L = \lambda \cdot W \quad (7)$$

### **Parámetros de Desempeño**

Son fundamentales para estudio y modelamiento de colas de servicio, de estos valores depende la elección correcta de un modelo eficiente que permita cubrir la demanda en un determinado servicio. Para determinar los valores de dichos parámetros se debe analizar tiempos de atención del servicio brindado, también se toma en cuenta la cantidad de usuarios que admite el sistema, antes de que este entre en estado de saturación. Se desprende los conceptos de:

#### ***Tasa de llegada ( $\lambda$ )***

Representa el número de usuarios por unidad de tiempo que ingresan al sistema, con la condición de ser independiente de los usuarios que se encuentran esperando el servicio en el sistema. Generalmente se utiliza por unidad de tiempo, la hora.

#### ***Tiempo medio entre llegadas ( $1/\lambda$ )***

Representa la media de los tiempos entre llegada de los usuarios al sistema, su valor depende de la tasa de llegada dado que es la inversa.

#### ***Tasa de servicio ( $\mu$ )***

Representa el número de usuarios por unidad de tiempo que son atendidos en el sistema, con la condición de ser independiente de los usuarios que se encuentran esperando en el sistema.



### ***Tiempo medio de servicio ( $1/\mu$ )***

Representa la media de los tiempos de servicio que registra el sistema al atender a los usuarios, su valor depende de la tasa de servicio dado que es la inversa. (Arias, 2017)

### ***Distribución de probabilidades***

El carácter aleatorio de la llegada de los pacientes y el registro de variaciones en los tiempos de atención, son descritas únicamente mediante distribución de probabilidades. En el tratado se estudiara estas dos por ser parte fundamental para una cola. Al respecto (Carro, 2012), en su estudio describe mediante probabilidades, la distribución de llegadas y la distribución de tiempo de servicio.

### ***Distribución de llegadas***

La llegada de los pacientes al establecimiento de salud es de carácter aleatorio. Para este caso en específico se tratara en términos de tiempos entre llegadas de pacientes; es decir, el intervalo de tiempo entre llegada de dos clientes sucesivos. La probabilidad de llegada entre pacientes sucesivos en un periodo de tiempo, es descrita por una distribución exponencial.

### ***Distribución de tiempo de servicio.***

El tiempo de servicio de un paciente en el establecimiento de salud es variable debido a sus características. Una distribución exponencial describe la probabilidad de que este tiempo no sea mayor al tiempo establecido, más aun su mayor desventaja es analizar tiempos de forma independiente; es decir, no toma en cuenta tiempos precedentes.

En situaciones reales se necesita que el tiempo de servicio no varíe mucho, si es posible establecer una duración fija, de no darse el caso mantenerla casi constante.

### **Servidores**

Son los puestos de servicio instalados en una estación, los cuales pueden estar organizados en paralelo para lograr una atención aceptable, pueden incluir personal, maquinas o herramientas y sirven para atender una operación, entiéndase esto como atención al cliente para el presente tratado.

En los tratados (Azarang, 1996), brindan un alcance sobre los servidores: “Representan el mecanismo por el cual las transacciones reciben de una manera completa el estado deseado. Estas entidades se encuentran dispuestas en forma paralela a la fila”. Las transacciones u operaciones pueden ser atendidas en cualquier entidad únicamente depende de la disciplina del sistema, como características se mencionan: la cantidad asignada en cola y la distribución de probabilidad del tiempo de atención en la obtención de citas. (p.25)

### **Rendimiento de servidores**

Es la tasa a la que los clientes abandonan el servidor después de ser atendidos, se pretende que sea lo más grande posible dentro del rango establecido y se ve representado por el indicador clientes atendidos por unidad de tiempo, cabe resaltar que esto depende de la tasa de atención, la cantidad de clientes en cola y la tasa de llegada de los clientes. Se pretende que este rendimiento sea el óptimo, para el caso de los hospitales públicos es relevante debido que la salud de un paciente es prioridad. Por ello se busca tasa de llegadas sea menor o igual a la tasa de servicio que se tiene para evitar generar colas demasiado largas. (Rosazza, 2015)

### **Capacidad del sistema**

Es el número máximo de clientes que puede haber en un sistema, esta puede denominarse finita o infinita. Por lo general la capacidad es tomada como finita ya que el sistema no se satura, pero en los casos como el tratado de los hospitales los pacientes son atendidos en admisión, se les genera una cita y su atención depende de los tiempos de servicio, turno y la disponibilidad del médico, claro está en casos que se necesite horas extra de atención. Esto quiere decir que el paciente es atendido, más el servicio no concluye en su totalidad hasta pasar por consultorio. En el caso de sistemas de producción y aplicaciones de simulación que busquen analizar los resultados del proceso para la toma de decisiones, la capacidad se admite como infinita. (Rosazza, 2015)

### **Estudio de tiempos**

Una actividad necesaria para el modelamiento de un sistema, implementación de nuevas áreas o un aumento de procesos dentro de una organización, es el estudio de tiempos. Tómese el caso de una empresa de servicios como un hospital, se debe tener tiempos estándares de atención. Al respecto (Meyers, 2000), define al estudio de tiempos como: “el proceso de determinar el tiempo que requiere un operador diestro y bien capacitado, trabajando a un ritmo normal, para hacer una tarea específica” (p.39)

El estudio de tiempos permite establecer los tiempos estándar de cada operación, siendo de utilidad la PTSS (sistema de estándares de tiempo predeterminado) o datos estándares, esto debido a la amplia diversidad que esta posee. Como principal herramientas tenemos a los formatos de toma de tiempo y el cronometro es la herramienta más usada para medir la duración.

Se pueden utilizar dos tipos de estudio: el estudio continuo de tiempos para trabajos de corta duración y estudio de tiempo de ciclo largo, que pueden ser trabajos largos ( 31 minutos o más) o los estudios de ocho horas, que generalmente tienen como objetivo determinar causas de un mal desempeño.

### **Tiempo de espera**

Es el principal objetivo de la investigación, se pretende cuantificar mediante toma de tiempos y recopilar valores a fin de generar data indispensable para el estudio. Se requiere que su valor sea

el menor posible en el proceso de entrega de citas, para evitar generación de colas indeseables e insatisfacción del usuario.

Al respecto (Pashanaste, 2016), nos comenta: “Se define como el tiempo que un usuario espera en una cola, hasta recibir el servicio o atención de salud” (p.25)

Se consideran 2 tipos de espera:

- Espera normal: Atribuible a la organización y recursos disponibles
- Espera especial: atribuible al usuario.

Para la presente investigación se tomara como el tiempo que transcurre entre una actividad y otra en el proceso de atención en Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho.

Se medirá los dos tiempos de espera que se generan en la atención en Admisión que son: tiempo de espera en cola de modulo emisor de ticket y tiempo espera en sala de Admisión.

### **Simulación**

Es una técnica fundamental de la investigación de operaciones, una de las más usadas en el mundo, sus aplicaciones crecen con rapidez continua debida que es flexible, poderosa e intuitiva. La técnica involucra una computadora que permite imitar un proceso o sistema y brindar información sobre la capacidad de estos, también permite generar y registrar ocurrencias de eventos como si operara de forma real. La simulación es utilizada en el análisis de procesos estocásticos que operan con gran demanda en la industria. Posee un registro de desempeño de las operaciones simuladas que dentro de todas las alternativas posibles permite evaluar y comparar antes de elegir una de ellas. Es utilizada en sistemas estocásticos cuando su análisis con modelos analíticos es demasiado complejo. (Hilliers, 2010)

En la simulación de eventos discretos, los cambios de estado del sistema ocurren de manera instantánea en puntos aleatorios del tiempo como resultado de eventos discretos. Existen dos herramientas clave para la correcta simulación de un modelo que son: la generación de números aleatorios y la generación de observaciones aleatorias a partir de distribuciones de probabilidad.

Para (Hilliers, 2010), una simulación adecuada debe tener el modelo del sistema deseado, este es construido a partir de:

- Definir el estado de sistema. ( n° clientes en cola)
- Identificar estados posibles del sistema que puedan ocurrir.
- Identificar eventos posibles que cambian el estado del sistema. (arribos)
- Contar con un reloj de simulación, que registre el paso del tiempo.
- Un método para generar los eventos de manera aleatoria.
- Una fórmula para identificar las transiciones de los estados.

### ***Ventajas e Inconvenientes de la simulación.***

Para (Cao, 2002), la simulación tiene las siguientes ventajas e inconvenientes:

#### Ventajas

- En casos donde no se pueda realizar la resolución analítica, y si se pudiera es costosa.
- Si se desea experimentar antes de que el sistema exista.
- Es de utilidad en sistemas que evolucionan muy lentamente.
- Si es imposible experimentar en sistema real por ser experimentación destructiva.

#### Inconvenientes

- La construcción del modelo es laborioso.
- Si el modelo omite variables o relaciones entre sí.
- No se conoce la precisión de la simulación, relativa a la precisión del modelo.

### ***Simulador ProModel.***

Promodel es uno de los paquetes de software comerciales más usados para simulación. Posee herramientas de análisis y diseño, que sumadas a una óptima animación permiten analizar mejor el problema estudiado.

Con respecto al tema (García, 2013), nos detalla las herramientas con las que cuenta el Simulador Promodel:

**ProModel:** Área de trabajo donde se define el modelo y componentes, así como las relaciones lógicas, flujos y ciclos de producción entre las variables del modelo.

**Editor Gráfico:** cuenta con bibliotecas de gráficos para creación de procesos industriales y modelo de colas, permite importación de dibujos realizados en otros programas.

**Resultados:** Posee un interfaz de resultados, ello facilita administración y análisis de la información. Permite interacción con hojas de cálculo en Excel.

**Stat: Fit:** Herramienta estadística que permite realizar pruebas de bondad de ajuste, produce información para determinar distribuciones de variables aleatorias.

**Editor de turnos:** Permite asignar turnos de trabajo a los elementos de sistema, como descansos programados.

**Simrunner:** Permite diseñar experimentos que pretenden conocer el impacto de los factores críticos generados por la variación de valores en variables aleatorias, además permite toma de decisiones para elegir la mejor combinación de los factores a fin de obtener el máximo beneficio.

### **Servicio**

Cualquier actividad que es ofrecida por parte de una persona a otra, es intangible y tiene como función generar un beneficio sin que este le pertenezca. Para ser más específicos se necesita conocer que es servicio al cliente ya que es el fundamento del tema.

(Lovelock, 1997), define que:

El servicio al cliente implica varias actividades orientadas a una tarea, que no sean la venta preactiva, que incluyen interacciones con los clientes en persona, por medio de telecomunicaciones o por correo. Esta función se debe diseñar, desempeñar y comunicar teniendo en mente dos objetivos: la satisfacción del cliente y la eficiencia operacional. (p.491)

### Costos del sistema

El sistema de líneas de espera presenta conceptos importantes entre los cuales debe ser tratado de manera primordial el costo, pues es el indicador del sistema en régimen. Al estudiar el costo en una línea de espera se menciona el costo total que no es más que la suma entre el costo de servicio y costo de espera.

Existe un modelo de costos que trata de balancear estos dos costos conflictivos, debido a que el incremento de uno provoca automáticamente la reducción del otro. Sin embargo existe dificultad para determinar el costo de espera, si se trata de clientes.

En la Figura n°3, se muestra un modelo de costos (costo x unidad de tiempo) donde se observa que el costo del servicio se incrementa con el aumento del nivel de servicio( número de servidores), al mismo tiempo el costo de espera se reduce con el incremento del nivel de servicio. (Taha, 2012)

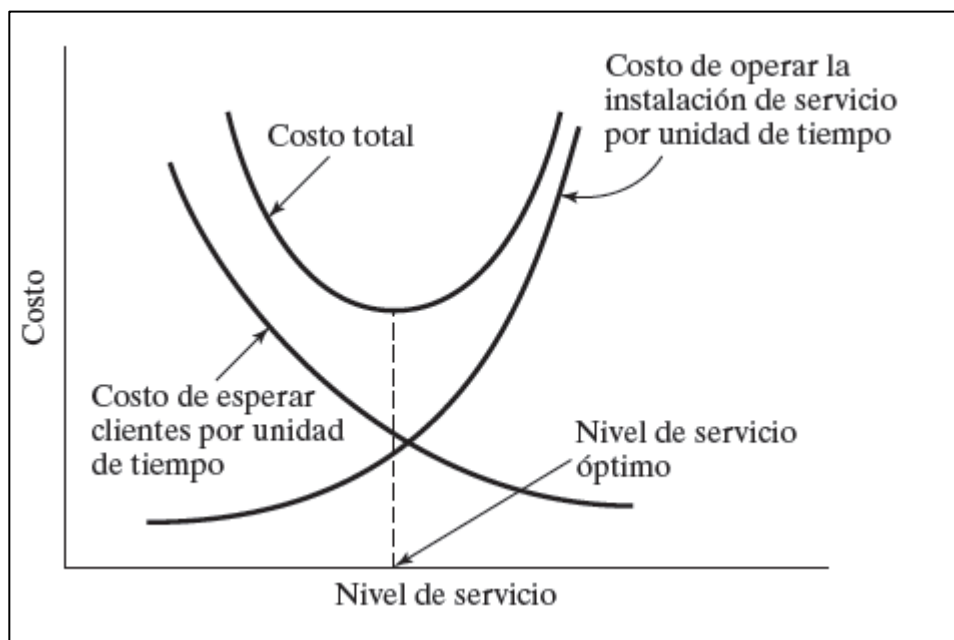


Figura 3. Modelo basado en costos. (Taha, p.594)

### **Costo de servicio**

Es el costo por mantener funcionando los servidores del sistema, nótese que cada servidor puede constar del personal, máquinas y operaciones que sirven para brindar una atención. En tal caso el costo de servicio, dependerá del número de servidores, costo de contratación de personal y costo de mantenimiento de equipos. Con el correcto número de servidores funcionando en el sistema se pretende minimizar el costo de servicio, asegurando la optimización. Para brindar una atención eficiente se necesita tener recursos a disposición, no basta con esto sino que, se debe calcular el costo de dar servicio en las ventanillas del área de Admisión, esto permitirá una adecuada toma de decisiones. (Rosazza, 2015)

### **Costo de espera.**

Representa el costo por nivel de servicio desaprovechado. Este costo es el más difícil a determinar, ya que esta espera afecta servidores, usuarios, en general a todo el establecimiento. En caso que exista servidores ineficientes en el sistema se registrara un excesivo tiempo de espera, por ende un costo de espera elevado. Si se presenta este panorama afectaría la rentabilidad y la fidelidad del usuario. Este valor se calcula por medio del costo de servicio, es decir es una fracción de este. Se basa en el tiempo que espera el usuario en la cola sin generar valor alguno en el área de Admisión (Rosazza, 2015).

## **1.3. Definición de términos básicos**

### **Servidores**

Son las instalaciones donde se encuentra el personal para brindar un servicio, en este estudio representan a las ventanillas de Admisión.

### **Tiempo de espera.**

Es el tiempo necesario que transcurre para que un usuario reciba un servicio en el hospital.

### **Periodo de mayor demanda**

Es el periodo de tiempo en el cual, el hospital recibe mayor número de usuarios para su atención, para el estudio se identificó la primera semana de cada mes en horario de 9 am a 1 pm.

### **Parámetros de desempeño.**

Son los valores representativos calculados a través de fórmulas, que sirven para evaluar el desempeño, en este caso se evalúa el sistema de entrega de citas en Admisión.

### **Estado estable.**

Estado del sistema de entrega de citas, en el cual se considera tiempos estándar de atención, sin sobresaltos, sin generación de colas innecesarias.

### **Capacidad de atención.**

Es la cantidad de usuarios que pueden ser atendidos por unidad de tiempo o por turnos, sin modificar instalaciones y/o recursos del área de Admisión.

## 1.4. Formulación del Problema

¿En qué medida la aplicación de la Teoría de colas permite disminuir el tiempo de espera para la obtención de citas en periodos de mayor demanda, en el área de Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho, 2018?

- ¿De qué manera la aplicación de Teoría de colas estima los valores de parámetros de desempeño del sistema en el área de Admisión del hospital San Juan de Lurigancho?
- ¿En qué medida la Teoría de colas establece el número de servidores para cumplir el estado estable del sistema en el área de Admisión del hospital San Juan de Lurigancho?
- ¿De qué manera la Teoría de colas permite medir la capacidad de atención en el área de Admisión del hospital San Juan de Lurigancho?

## 1.5. Objetivos

### Objetivo general

- Determinar que la aplicación de Teoría de colas disminuye el tiempo de espera para la obtención de citas en periodos de mayor demanda, en el área de Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho, 2018.

### Objetivos específicos.

- Determinar mediante el estudio de Teoría de colas, los parámetros de desempeño del modelo de sistema existente en el área de Admisión del hospital San Juan de Lurigancho.
- Identificar mediante análisis de la Teoría de colas el número de servidores que permitan el estado estable del sistema, en el área de Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho.
- Determinar mediante estudio de Teoría de colas la capacidad de atención en el área de Admisión del hospital San Juan de Lurigancho.

## 1.6. Hipótesis

### Hipótesis general

La aplicación de la teoría de colas disminuye el tiempo de espera para obtención de citas en periodos de mayor demanda en el área de Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho, 2018.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, el diseño fue el no experimental, de nivel descriptivo, de corte transversal y enfoque cuantitativo.

#### **Tipo Aplicada**

Es aplicada dado que tiene como objetivo práctico elaborar y/o aplicar propuestas prácticas para solucionar problemas específicos o investigar soluciones de uso inmediato. Se pretende utilizar el conocimiento adquirido para aplicarlo a un campo en particular, con varios objetivos a cumplir. Analizar parámetros cuantitativos de una teoría en casos particulares, sentar bases para el desarrollo posterior de tecnología y convalidar una teoría en campos no tratados con anterioridad, son algunas posibilidades de utilización que permite este tipo de estudio. (Caballero, 2000)

#### **Diseño No experimental**

Puesto que se estudió el fenómeno dentro su contexto social y en las condiciones propias de un hospital, sin variar el comportamiento de las variables, Teoría de colas y tiempo de espera.

Al respecto (Hernandez, 2010) lo define como: “Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”. (p.149)

#### **Nivel Descriptivo**

El nivel de la investigación es descriptivo, debido a que se describe la variable de manera independiente: Teoría de colas, a fin de conocer características del fenómeno tratado. Al respecto (Hernandez, 2010), menciona que: “Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.”(p.80)

Los estudios descriptivos pretenden recoger información de manera independiente sobre las variables tratadas y medir atributos de interés del fenómeno estudiado, mas no es objetivo de esta demostrar su relación. El investigador debe definir que se medirá y sobre que se recolectaran los datos. (Hernandez, 2010). En el estudio se analiza la variable Teoría de colas.



### **De corte transversal**

Porque los fenómenos a investigar fueron observados según ocurrieron en un periodo limitado de tiempo. Se analizaron los tiempos de llegada y de servicio los meses de Septiembre y Octubre del 2018.

## **2.2. Materiales, instrumentos y métodos**

Para analizar la información se utilizaran las siguientes técnicas: Documentación, Indagación y Comprensión.

### **Materiales**

Registro de producción de Admisión.

Informes de estudio de tiempos de servicio en área de Admisión (Gestión de la Calidad)

Lista de existencias del área de Admisión.

### **Métodos**

#### ***Observación***

Se tomó características propias del problema in situ, es una fuente primaria de información. Se identificó las causas del excesivo tiempo de espera en la entrega de citas en el hospital San Juan de Lurigancho.

#### ***Análisis documental***

Se utilizó para analizar información bibliográfica y otros aspectos relacionados con la investigación. La fuente primaria es el Jefe de Admisión, el Jefe de la Unidad de Estadística e Informática, y la unidad de Dirección, es aquí donde sucede la recepción de los informes semestrales de cada área del hospital para la toma de decisiones.

Se valió de herramientas para recojo de información, para planteo del problema (Diagrama Ishikawa) y análisis de la situación del servicio de entrega de citas en Admisión. (Diagrama de Análisis de Proceso, Diagrama de recorrido y Diagrama de Flujo de Proceso)

#### ***Análisis estadístico de datos***

Se utilizó software para generar base de datos en Ms Excel, para determinar los parámetros de desempeño necesarios para el estudio de teoría de colas se utilizó el software Stat: fit para análisis estadístico y probabilístico los tiempos de llegadas y tiempo de servicio.

### **Instrumentos**

#### ***Tipo mecánico:***

#### ***Formato de registro de tiempos.***

Se realizó la medición del tiempo de servicio y tiempo de espera que intervienen en la obtención de citas, en horario de atención de mayor demanda de 9 am – 1 pm. Cabe resaltar que la atención en Admisión es de forma ininterrumpida de 6am - 6 pm. El servicio en Admisión cuenta con dos turnos, cuyo cambio se realiza a las 12.00 horas de Lunes a Sábado, excepto feriados. Se valió del

uso de cronómetros reloj para la medición del tiempo, y posterior registro en los formatos seleccionados.

### 2.3. Procedimiento

1. Se realizó la observación in situ de las instalaciones del área de Admisión, funcionamiento del servicio, procedimiento para la atención, equipos existentes y la cantidad del personal de Admisión.
  - Se identificó la existencia de un módulo para entrega de ticket a cargo de un personal, la existencia de 6 ventanillas de atención cada una con un responsable (3 ventanillas atención preferencial y 3 ventanillas servicio normal)
  - El procedimiento para la entrega de citas (Ver Anexo n° 11) es de fácil entendimiento y es visible por los usuarios por medio de paneles.
  - Las ventanillas o módulos de atención poseen existencias necesarias para generar citas de manera más efectiva. Se muestra un listado de equipos en Admisión. (Ver Anexo n° 9).
  - El número de personal que realiza el servicio en el área de admisión es de 20 personas (10 en turno mañana y otras 10 en turno tarde), ubicados de la siguiente manera: 6 personas en ventanilla de asegurados, 2 personas en ventanillas de particulares, 1 persona en ventanilla de proceso interno y un encargado de Admisión.
  - Para indicar las causas del excesivo tiempo de espera para la entrega de citas se realizó un diagrama de Ishikawa (Ver Anexo n° 3).
2. Se realizó el análisis documental de informes brindados para fines de la investigación, a fin de entender las características del proceso de atención en Admisión y la situación del hospital. Entre algunos se mencionan :
  - Plan Operativo Institucional de área de Calidad 2017. - Evaluación
  - Plan Operativo Institucional de área Estadística e Informática 2017. Evaluación
  - Plan Operativo Institucional de área Planeamiento 2017. Evaluación.
  - Análisis de la situación de salud hospitalaria 2018.
  - Informes propios del área de Admisión.
3. Se realizaron los formatos para medición de tiempo de llegada y tiempo de servicio del área de Admisión, teniendo en cuenta los factores que intervienen en el proceso como: cantidad de personas en cola, la ventanilla a ser atendido y el número de ticket generado. Los formatos se encuentran validados por juicio de expertos.

- Formato 01: Arribo de pacientes al área de Admisión (Ver Anexo n° 4)
  - Formato 02: Tiempo de espera en cola ticketera (Ver Anexo n° 5)
  - Formato 03: Tiempo de espera usuario en sala. ( Ver Anexo n° 6)
  - Formato 04: Tiempo de actividad en Admisión. (Ver Anexo n° 7)
  - Formato 05: Medición continua de la atención en Admisión. (Ver Anexo n° 8)
4. La recolección de datos se realizó en los meses de Septiembre y Octubre del presente año, en horario de 9.00 – 13.00 horas, pues con la confirmación del personal involucrado en el área de Admisión, es el horario donde se presenta mayor cantidad de usuarios esperando por el servicio.
- Se contó con el apoyo de cronómetros reloj digital cuyo rango es de centésimas de segundo esto para una toma de tiempos más acorde a la realidad.
5. La generación de base de datos se realiza en el software Ms Excel, se generan cuadros con los tiempos observados, es aquí donde se establece criterios y se aplican los filtros, es decir se selecciona lo importante, esto debido a problemas particulares que se presentan en la toma de datos.
6. En caso del análisis estadístico se utiliza la herramienta Stat: fit para determinar la distribución que mejor representa a los tiempos de llegada de usuarios y de servicio. Identificando que presentan distribución de comportamiento Poisson y tasas medias de comportamiento exponencial.
7. Se calculan los parámetros de desempeño, el tamaño de cola, la disciplina de servicio, el número de servidores para cumplir con el estado estable del sistema por medio de la Teoría de colas, a fin de establecer el modelamiento del sistema.
8. El modelo de sistema propuesto, es entregado para su simulación en Promodel, al finalizar la simulación por un tiempo establecido se analiza los resultados que brinda el software Promodel para evidenciar la disminución del tiempo de espera, la mayor atención de usuarios y un sistema no saturado sin colas extensas.
9. Análisis del modelo propuesto y elección basado en costos de implementación, reducción del tiempo de espera y el cumplimiento del estado estable del sistema.

#### **Descripción de base de datos para estudio de teoría de colas.**

##### ***Tasa de llegadas***

Esta base de datos está diseñado por la muestra, en total 16 muestras. Estas se sacaron en horario de atención en Admisión de 9am – 1 pm, esto para determinar la tasa de llegadas de los usuarios en Admisión, para ello se utilizó el formato 01 (ANEXO n. °4). Se dividió en periodos de 15 min cada una, durante los meses de septiembre y octubre del presente año en el hospital.

En la Tabla 1, se muestra la cantidad de usuarios que acuden al hospital para entrega de citas médicas en Admisión, también se muestra el total acumulado para su posterior análisis estadístico, registrado en el periodo del 08/09/18 hasta 15/09/18.

Tabla 1

*Número de llegadas de usuario en Admisión: Septiembre 2018*

Muestras	Intervalos		L 08	M09	Mi 10	J 11	V 12	S 13	L 15	Total Semana
	de tiempo	(hh:mm)								
1	09:00	09:15	45	30	25	30	32	20	34	216
2	09:15	09:30	38	35	28	22	23	17	25	188
3	09:30	09:45	24	28	30	21	19	13	30	165
4	09:45	10:00	30	33	24	31	24	22	19	183
5	10:00	10:15	26	29	34	28	31	15	17	180
6	10:15	10:30	35	41	36	29	16	12	33	202
7	10:30	10:45	30	30	28	30	33	22	28	201
8	10:45	11:00	33	30	26	27	27	13	26	182
9	11:00	11:15	22	28	22	25	29	17	28	171
10	11:15	11:30	26	24	31	28	27	20	20	176
11	11:30	11:45	29	33	24	41	43	14	33	217
12	11:45	12:00	30	25	32	25	19	24	35	190
13	12:00	12:15	25	30	19	22	21	10	29	156
14	12:15	12:30	17	31	25	19	20	11	32	164
15	12:30	12:45	20	20	22	23	29	7	21	146
16	12:45	13:00	25	22	18	20	30	16	22	153

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2, se muestra la cantidad de usuarios que acuden al hospital para entrega de citas médicas en Admisión, en el periodo de 01/10/18 hasta 09/10/18.

Tabla 2

*Número de llegadas de usuarios en Admisión: Octubre 2018*

Muestras	Intervalos de tiempo									Total
	(hh:mm)		L 08	M09	Mi 10	J 11	V 12	S 13	L 15	Semana
1	09:00	09:15	45	30	25	30	32	20	34	216
2	09:15	09:30	38	35	28	22	23	17	25	188
3	09:30	09:45	24	28	30	22	19	13	30	166
4	09:45	10:00	30	33	24	31	24	22	23	187
5	10:00	10:15	26	29	34	28	31	15	17	180
6	10:15	10:30	35	41	36	29	16	12	33	202
7	10:30	10:45	30	30	28	30	33	22	28	201
8	10:45	11:00	33	30	26	27	27	13	26	182
9	11:00	11:15	25	28	22	25	29	17	28	174
10	11:15	11:30	26	24	31	28	27	20	24	180
11	11:30	11:45	23	25	20	23	14	15	19	139
12	11:45	12:00	24	32	24	25	20	8	13	146
13	12:00	12:15	24	28	31	24	17	12	23	159
14	12:15	12:30	26	27	22	27	20	7	20	149
15	12:30	12:45	19	22	25	19	18	23	19	145
16	12:45	13:00	20	24	21	23	24	14	21	147

Fuente: Elaboración propia.

### **Determinación de la distribución de probabilidad de la muestra.**

En la investigación se utilizó el software Promodel, específicamente la herramienta estadística Stat: Fit para analizar la distribución.

### **Distribución de tasa de arribos de usuarios.**

La Figura 4, muestra el entorno del Stat: Fit, nos permite describir estadísticamente los datos observados del número de usuarios por semana que ingresan al área de Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho el mes de Septiembre.

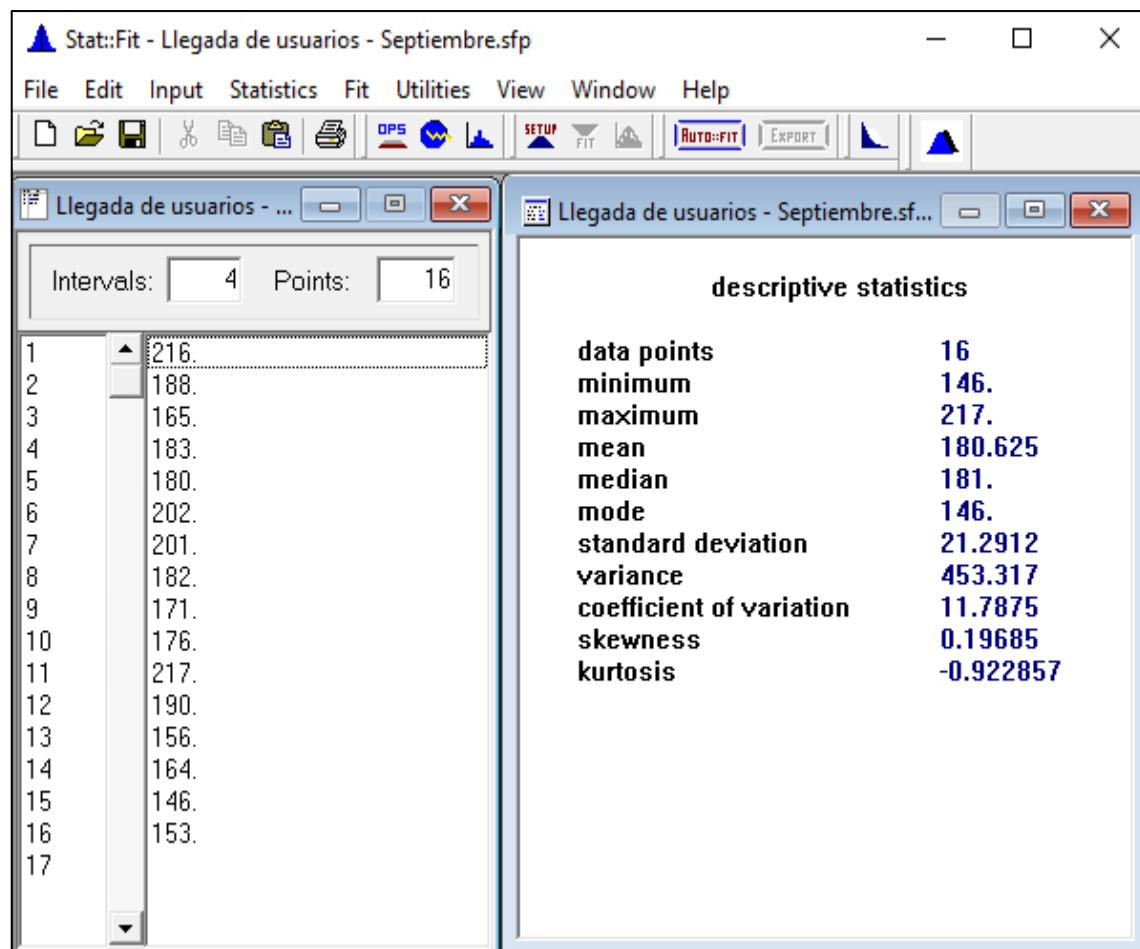


Figura 4. Descripción estadística de la tasa de llegadas de usuarios: Septiembre Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5. Se muestra la gráfica de comportamiento estadístico, además como se observa la llegada de usuarios para el mes de Septiembre posee una distribución de comportamiento Poisson.

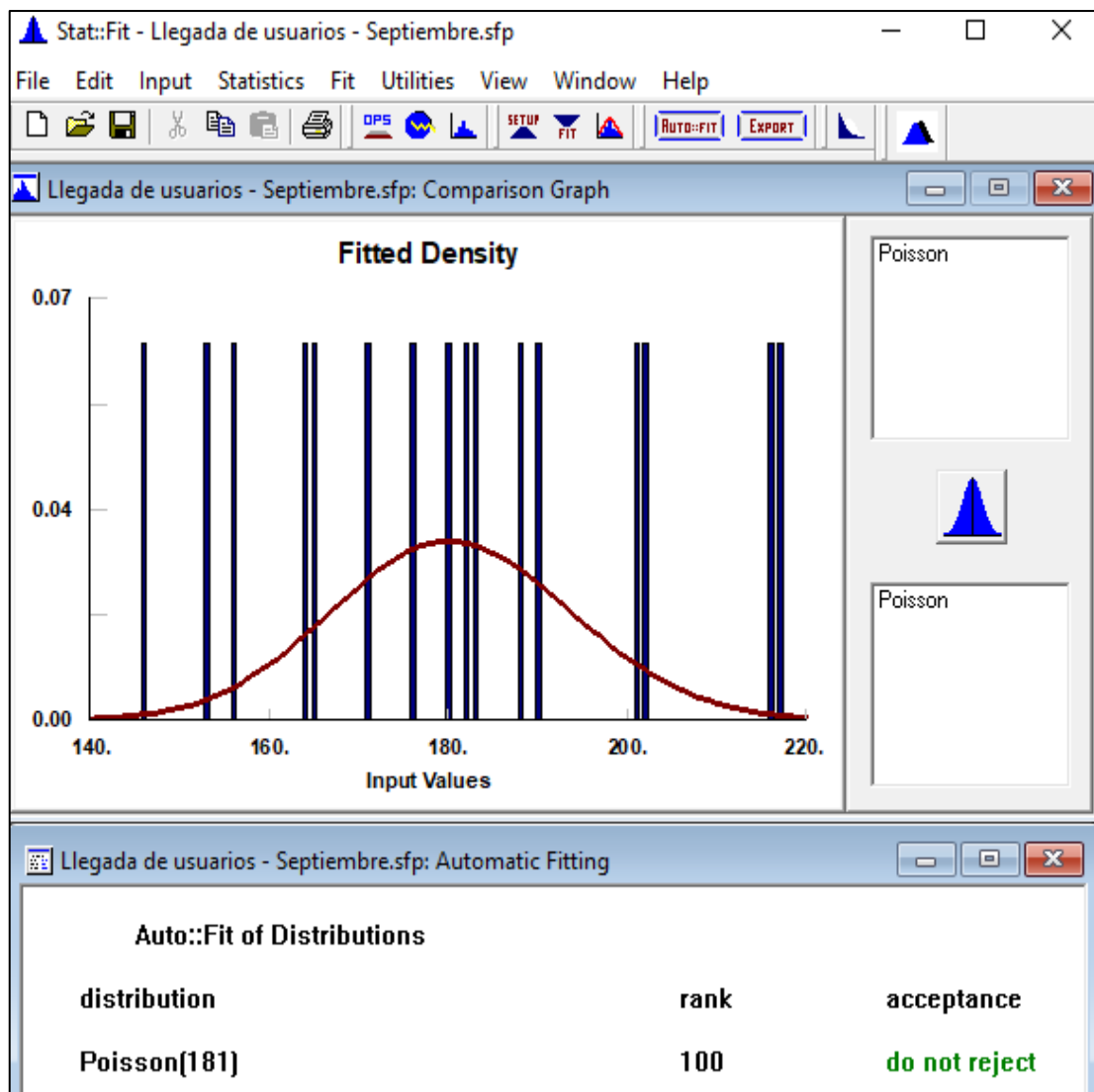


Figura 5. Comportamiento de la tasa de llegadas: Distribución Poisson. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6, muestra el entorno del Stat: Fit, nos permite describir estadísticamente los datos observados del número de usuarios por semana que ingresan al área de Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho el mes de Octubre.

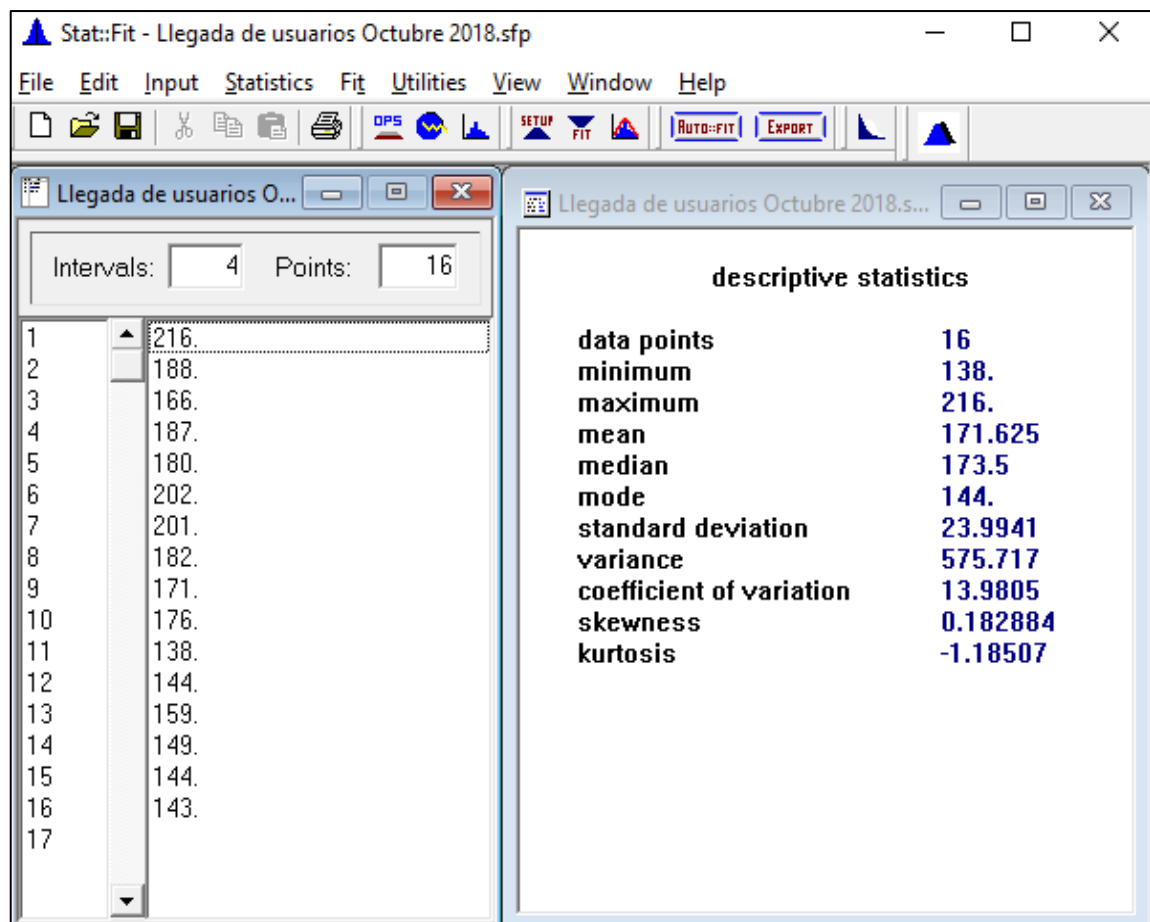


Figura 6. Descripción estadística de la tasa de llegadas de usuarios: Octubre. Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 7, se muestra la gráfica de comportamiento estadístico, además como se observa la llegada de usuarios para Octubre posee también una distribución de comportamiento Poisson.



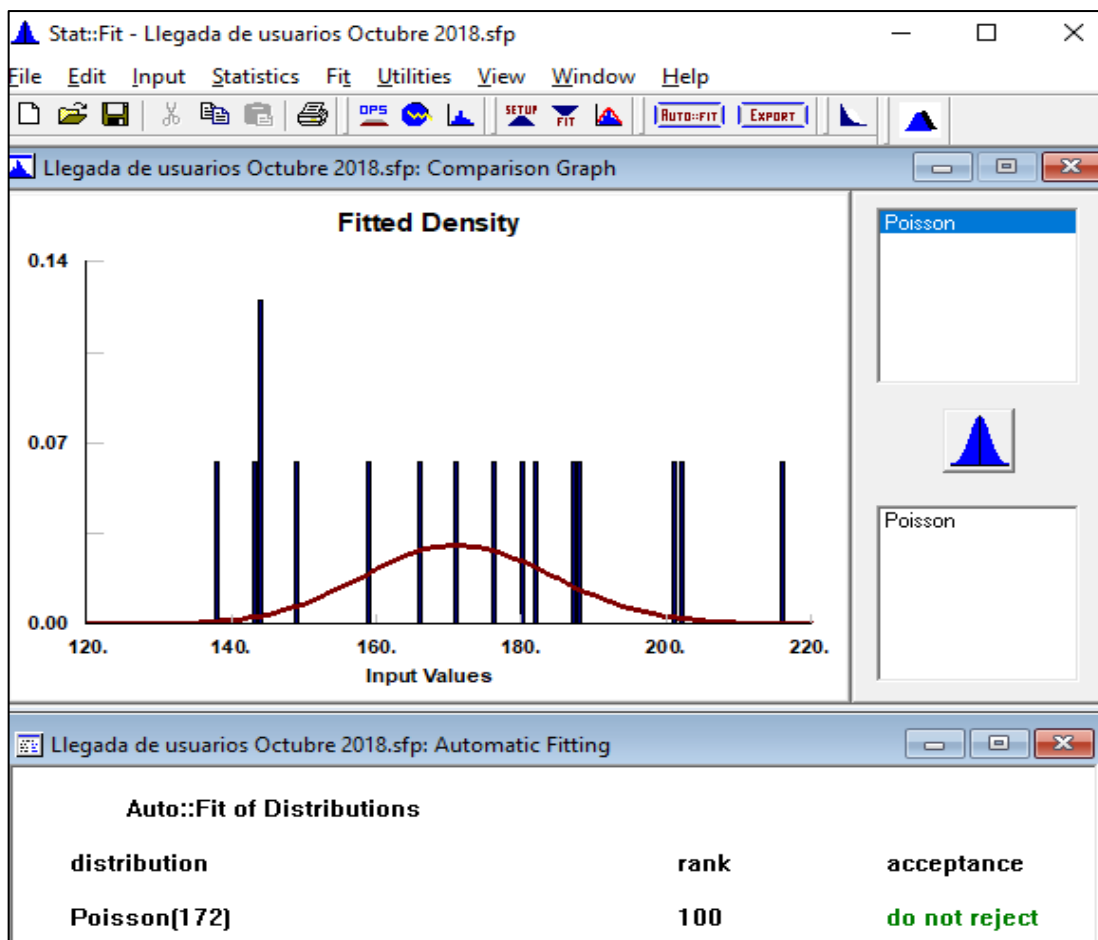


Figura 7. Comportamiento de la tasa de llegadas: Distribución Poisson. Fuente: Elaboración propia.

### Propuesta de mejora.

La propuesta consiste en aumentar 2 servidores en el área de Admisión del hospital San Juan de Lurigancho, esto para cubrir la sobredemanda para la obtención de citas a futuro SIS, esta situación es frecuente los primeros días alcanzando a veces hasta los 15 días.

Se elige la instalación de 2 servidores debido a la Teoría de colas, que dice: El sistema que obtenga un factor de utilización mayor a 1, no alcanza el estado estable y es frecuente que se generen largas colas y el tiempo de espera por el servicio aumente. ( $\rho > 1$ ).

Se toma en cuenta el modelo de costos para ver cuánto dinero costara la instalación, el dinero que cuesta atender los servidores y cuanto se pierde cuando el sistema presenta demasiado tiempo de espera por su servicio.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Disminución del tiempo de espera para la obtención de citas en períodos de mayor demanda aplicando Teoría de colas.

En la Tabla 3, se muestra el tiempo total que permanece un usuario en Admisión para la obtención de cita a futuro en el mes Septiembre, el tiempo estándar es de 59 minutos con 20 segundos.

Tabla 3

*Tiempos estándar de servicio y espera: Septiembre 2018.*

ACTIVIDADES	Menor tiempo	Tiempo estándar	Mayor Tiempo	Tiempo en espera
1. Ingreso del usuario al área de Admisión	00:30	00:30	00:00:30	
2. Espera en cola Modulo ticketera	00:50	08:44	00:15:00	<b>08:44</b>
3. Atención entrega de ticket.	00:02	00:18	00:01:05	
4. Espera en sala	20:40	44:36	01:08:12	<b>44:36</b>
5. Atención en ventanilla.	01:49	04:42	00:12:10	
6. Salida del usuario del área de Admisión.	00:30	00:30	00:00:30	
<b>TOTAL</b>	<b>24:21</b>	<b>59:20</b>	<b>01:37:27</b>	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4, se muestra el tiempo total que permanece un usuario en Admisión para la obtención de cita a futuro en el mes Octubre, el tiempo estándar es de 59 minutos con 23 segundos.

Tabla 4

*Tiempos estándar de servicio y espera: Octubre 2018.*

ACTIVIDADES	Menor tiempo	Tiempo estándar	Mayor Tiempo	Tiempo en espera
1. Ingreso del usuario al área de Admisión	00:30	00:30	00:00:30	
2. Espera en cola Modulo ticketera	00:50	06:14	00:13:06	<b>06:14</b>
3. Atención entrega de ticket.	00:04	00:17	00:01:28	
4. Espera en sala	22:40	46:52	01:12:14	<b>46:52</b>
5. Atención en ventanilla.	02:25	05:00	00:13:13	
6. Salida del usuario del área de Admisión.	00:30	00:30	00:00:30	
<b>TOTAL</b>	<b>26:59</b>	<b>59:23</b>	<b>01:41:01</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 5, el comparativo de los tiempos observados entre los meses de Septiembre y Octubre, se demuestra un incremento de 8 minutos con 39 segundos para el tiempo estándar en la obtención de citas a futuro, esto debido al funcionamiento parcial de la capacidad instalada del sistema en el horario observado.

Tabla 5

Resumen comparativo Septiembre - Octubre: tiempo total de atención.

RESUMEN	Tiempos( hh:mm:ss)	
	Septiembre	Octubre
Mayor tiempo	01:33:58	01:41:01
Tiempo estándar	00:50:44	00:59:23
Menor tiempo	00:43:41	00:26:59

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 8, se muestra gráficamente los tiempos observados en la atención del área de Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho, en estos periodos aún no se interviene por ser de estudio.

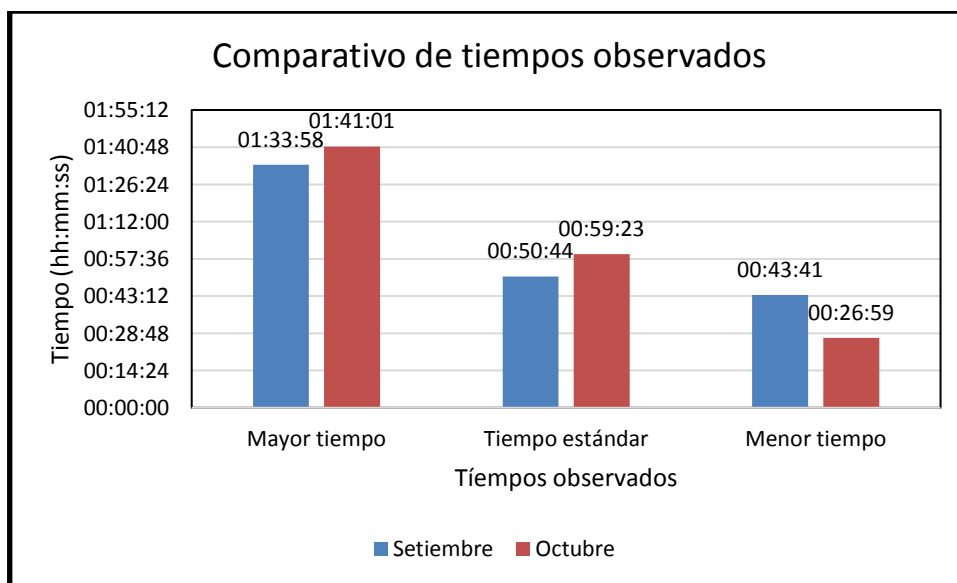


Figura 8. Comparativo de tiempos observados. Fuente: Elaboración Propia.

### **Modelo M/M/S**

Condición Inicio:

- Tasa de llegadas:  $\lambda=85$  usuarios/ hora.
- Tasa de servicio:  $\mu=12$  usuarios /hora.

Se requiere que el sistema cumpla con el estado estable, es decir el factor de utilización debe ser menor a uno.

En la Tabla 6, se muestra el comparativo entre el modelo actual M/M/6 y el modelo propuesto M/M/8 se evidencia un aumento de usuarios atendidos en 24, la cantidad de usuarios en sistema al finalizar el periodo disminuye en 11, el tiempo promedio en sistema disminuyo 4 minutos, el tiempo promedio de espera disminuyo en 2 minutos, el tiempo promedio en operación disminuye en 2 minutos y el tiempo promedio de espera por ventanillas desocupada disminuyo a 1 minuto.

En la Tabla 7, se muestra el comparativo de modelo actual M/M/6 y el modelo propuesto M/M/8 que indica en porcentajes el tiempo que le toma al usuario ser atendido en el área de Admisión. Se observa que el porcentaje en operación aumento en 14%, mientras que el tiempo de espera disminuyo en 5 %. Demostrando de esta manera que en el proceso de obtención de citas a, con modelo propuesto mejora considerablemente.



Tabla 6

Comparativo entre modelo actual M/M/6 y modelo propuesto M/M/8: Promodel.

Modelo de colas HSJL.MOD									
N° Servidores	Nombre	Réplicas	Total Usuarios	Usuarios en sistema al final	Tiempo promedio en sistema	Tiempo promedio en desplazamiento (MIN)	Promedio tiempo de espera (MIN)	Tiempo promedio en operación (MIN)	Tiempo promedio de bloqueo (MIN)
6	Usuario	3	244	98	53.93	1	3.54	48.37	1.02
8	Usuario	3	268	87	49.23	1	0.65	46.95	0.63

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7

Comparativo entre modelo actual M/M/6 y modelo propuesto M/M/8: Porcentajes.

Modelo de colas HSJL.MOD						
N° Servidores	Nombre	Réplicas	% En movimiento lógico	% Espera	% En operación	% En bloqueo
6	Usuario	3	1.85	6.56	89.70	1.88
8	Usuario	3	2.03	1.32	95.38	1.27

Fuente: Elaboración propia.



### 3.2. Parámetros de desempeño del sistema en la obtención de citas médicas.

En la Tabla 8, se muestra el comparativo del tiempo promedio de llegadas entre los meses Septiembre y Octubre, para el mes de Octubre los usuarios llegan en promedio al sistema cada 42 segundos y se atiende en promedio 5 minutos con 17 segundos por usuario en ventanilla, esto indica que no se cubre la sobredemanda en los periodos analizados lo que encadena en colas extensas y demasiado tiempo de espera por el servicio.

Tabla 8

Comparativo Septiembre - Octubre: tiempos promedios.

Descripción	Tiempo (mm:ss)	
	Septiembre	Octubre
Tiempo promedio de llegadas	00:59	00:42
Tiempo promedio de servicio	04:57	05:17

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 9, muestra el comparativo de los parámetros de desempeño del sistema: tasa de llegada ( $\lambda$ ), es decir el número de usuarios SIS que ingresan en el tiempo de una hora al sistema y tasa de servicio ( $\mu$ ), quiere decir el número de usuarios SIS que se les brinda el servicio en el tiempo de una hora. Se observa para el mes de Octubre se incrementó la tasa de llegadas: mayor afluencia de usuarios en promedio 16 por hora y disminuyó la tasa de servicio: menor capacidad de atención en promedio 6 por hora.

Tabla 9

Comparativo Septiembre - Octubre: parámetros de desempeño del sistema.

Parámetros de desempeño	Septiembre	Octubre
Tasa de llegada ( $\lambda$ )	69 usuarios/hora	85 usuarios/hora
Tasa de servicio ( $\mu$ )	72 usuarios/hora	66 usuarios/hora

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Número de servidores que permiten el estado estable del sistema para obtención de citas.

En la Tabla 10, se muestra el cálculo del factor de utilización del sistema primordial en el estudio de Teoría de colas a fin de conocer la cantidad de servidores necesarios para cubrir la sobredemanda sin que se generen extensas colas, y se espere demasiado. Se identifica que con 8 servidores logra alcanzar la condición del estado estable con un factor de utilización de 0.89.

$$\text{Estado estable, } \rho = \frac{\lambda}{s \cdot \mu} < 1$$

Tabla 10

*Cálculo del factor de utilización: estado estable.*

Estado estable	Tasa de llegadas	Tasa de servicio	N° Servidores	Factor de Utilización
p < 1	85 usuarios/hora	12 usuarios/ hora	6	1.18
			7	1.01
			8	0.89

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11, se muestra las medidas de desempeño en estado estable, con 6 y 7 servidores el sistema no es estable ( $p > 1$ ), no muestra valores admisibles; otro caso es cuando existen 8 servidores, si cumple el estado estable ( $p < 1$ ) si se pueden calcular analíticamente.

- Probabilidad que exista cero usuarios en cola: 0.00048%.
- Numero promedio de usuarios en cola: 5 usuarios
- Tiempo promedio de espera en cola: 0.06 horas (3 minutos 36 segundos)
- Tiempo promedio transcurrido en sistema, incluido servicio: 0.14 horas (6 minutos 24 segundos).
- Número promedio de clientes en sistema de servicio: 12 usuarios.

Tabla 11

Medidas de desempeño: estado estable

Parámetros de desempeño	Servidores		
	6	7	8
Utilización promedio del servidor ( $\rho$ )	1.18	1.01	0.89
Numero promedio de usuarios en cola ( $L_q$ )	-10.15	-88.08	5.12
Numero promedio de usuarios en el sistema ( $L$ )	-3.07	-81.00	12.20
Tiempo promedio de espera en la cola ( $W_q$ )	-0.12	-1.04	0.06
Tiempo promedio en el sistema ( $W$ )	-0.04	-0.95	0.14
Probabilidad de cero usuarios en sistema ( $P_0$ )	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12, se muestra las probabilidades de que exista determinada cantidad de usuarios esperando en cola, cabe resaltar que no se puede realizar cálculos con 6 y 7 servidores porque el factor de utilización es mayor a 1.

Tabla 12

Probabilidad de existencia de usuarios en cola

Probabilidad Número en sistema	Servidores		
	6	7	8
0	0.00	0.00	0.00
1	-0.01	0.00	0.00
2	-0.04	0.00	0.01
3	-0.09	0.00	0.03
4	-0.17	-0.01	0.05
5	-0.24	-0.01	0.07
6	-0.28	-0.01	0.08
7	-0.33	-0.01	0.09
8	-0.39	-0.01	0.08
9	-0.46	-0.01	0.07
10	-0.54	-0.01	0.06
11	-0.64	-0.01	0.05
12	-0.76	-0.01	0.05
13	-0.90	-0.01	0.04
14	-1.06	-0.01	0.04
15	-1.25	-0.01	0.03

Fuente: Elaboración propia.



En la Figura 9, se muestra gráficamente las probabilidades de existencia de usuarios en cola, aplicado el modelo M/M/8.

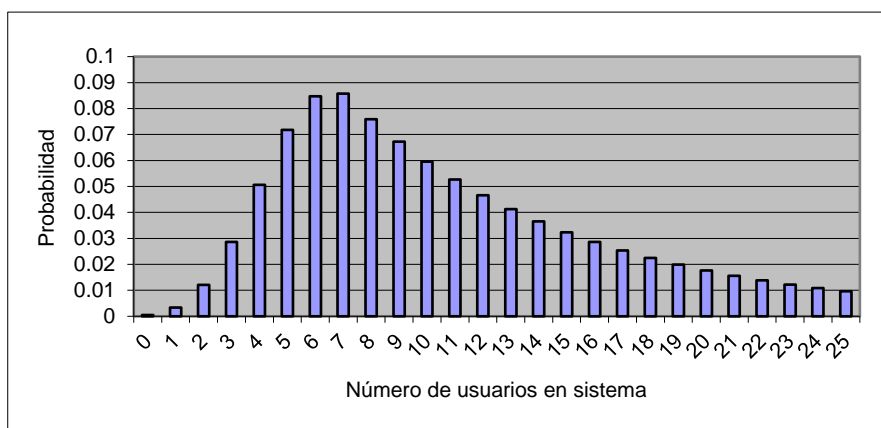


Figura 9. Probabilidades de usuarios en cola. Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4. Capacidad de atención en área de Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho.

En la Tabla 13, se muestra la capacidad de cada ventanilla para el modelo M/M/6, es decir con 6 servidores para atender a los usuarios que llegan al área de Admisión para la obtención de citas a futuro mediante el simulador Promodel se corrió el modelo con 3 réplicas por periodo analizado de 4 horas (9am a 1pm), se observa un total de 251 usuarios atendidos en ventanillas con porcentaje de utilización del 76.74%.

Tabla 13

*Utilización de locaciones: Simulación Promodel M/M/6.*

<b>Modelo de colas HSJL.MOD</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Réplicas</b>	<b>Tiempo Simulación (HR)</b>	<b>Total usuarios</b>	<b>% Utilización</b>
Máquina ticketera	3	4	333	38.8
Cola ticketera	3	4	342	4.8
Entrada a Sala Espera	3	4	332	0.0
Entrada ventanillas	3	4	267	0.0
Ventanilla.1	3	4	45	86.6
Ventanilla.2	3	4	54	82.7
Ventanilla.3	3	4	31	76.9
Ventanilla.4	3	4	52	72.7
Ventanilla.5	3	4	42	68.8
Ventanilla.6	3	4	27	72.7
Ventanilla	3	24	251	76.7
Sala de Espera	3	4	331	48.1
SALIDA	3	4	240	0.0

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 14, se muestra la capacidad de cada ventanilla para el modelo propuesto M/M/8, es decir 8 servidores para atender a los usuarios que llegan al área de Admisión para la obtención de citas a futuro mediante el simulador Promodel se corrió el modelo con 3 réplicas por periodo analizado de 4 horas (9am a 1pm), se observa un total de 277 usuarios atendidos en ventanillas con porcentaje de utilización del 63.78%.

Tabla 14

Utilización de locaciones: Simulación Promodel M/M/8.

<b>Modelo de colas HSJL.MOD</b>					
<b>Nombre</b>	<b>Réplicas</b>	<b>Tiempo Simulación (HR)</b>	<b>Total Usuarios</b>	<b>% Utilización</b>	
Máquina ticketera	3	4	343	40.02	
Cola ticketera	3	4	354	4.89	
Entrada a Sala Espera	3	4	343	0.00	
Entrada ventanillas	3	4	284	0.00	
Ventanilla.1	3	4	38	80.58	
Ventanilla.2	3	4	41	77.48	
Ventanilla.3	3	4	38	67.56	
Ventanilla.4	3	4	30	69.12	
Ventanilla.5	3	4	33	66.03	
Ventanilla.6	3	4	28	56.11	
Ventanilla.7	3	4	35	52.65	
Ventanilla.8	3	4	34	40.74	
Ventanilla	3	32	277	63.78	
Entrada	3	4	355	0.00	
Sala de Espera	3	4	342	48.17	
SALIDA	3	4	268	0.00	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 15, se muestra el comparativo entre el modelo de cola M/M/6 actual del área de Admisión con el modelo de cola propuesto M/M/8, ambos simulados en el software Promodel se indica los valores más representativos para demostrar una mejora.

Tabla 15

Comparativo entre modelo actual M/M/6 y modelo propuesto M/M/8: Ventanilla

<b>N° servidores</b>	<b>Nombre</b>	<b>Réplicas</b>	<b>Total usuarios</b>	<b>% Utilización</b>	<b>% Ociosidad</b>
6	Ventanilla	3	251	76.74	23.26
8	Ventanilla	3	277	63.78	36.22

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión.

Se aplica la metodología Teoría de colas para el estudio del proceso de atención en Admisión de un hospital nacional, específicamente para la obtención de citas al usuario asegurados, a fin de atender la demanda del servicio, características de importancia como: la frecuencia de llegada de los usuarios y la capacidad de atención limitada por falta de recursos, se busca una solución a las extensas y molestas colas generadas por medio de análisis de los tiempos de atención.

#### **Discusión sobre resultados de disminución del tiempo de espera.**

En cuanto a resultado en disminución del tiempo de espera por usuario, se demuestra que el modelo M/M/8 cumple con brindar una estabilidad al sistema ( $\rho < 1$ ), en el periodo estudiado los primeros días del mes en horario de atención de 9 am a 1pm, que brinda unos parámetros de atención tasa de servicio ( $\lambda = 85$  usuarios/hora) y tasa de servicio ( $\mu = 12$  usuarios/hora), permite una atención fluida, sin generar colas extensas ni extensos tiempos de espera.

La importancia del uso de un simulador para obtener resultados del modelo actual tanto como el propuesto, es válido debido a que no genera daños que si ocurren al experimentar de forma física, hablamos del impacto al servicio, al entorno y demás recursos utilizados. La capacidad para simular y analizar el modelo propuesto permite reunir resultados útiles para la toma de decisiones.

El tiempo de espera disminuye en 2 minutos con 57 segundos con el modelo propuesto, una mejora importante debido que el tiempo influye en el costo de espera del sistema, esa reducción de tiempo representa una disminución del costo que asciende a S/. 1.33, no obstante la meta del hospital es la mejora continua, servir a los usuarios en el menor tiempo, con el menor costo pero con calidad. Cabe resaltar que la participación en el presupuesto que ofrece el MINSA depende del número de usuarios atendidos y la categorización del hospital.

### **Discusión sobre la determinación de los parámetros de desempeño del sistema.**

La medición del tiempo en Admisión permitió determinar los parámetros del modelo actual, dicha técnica es apoyo para aplicar el estudio de Teoría de colas, permitió determinar los tiempos promedio con ayuda del análisis estadístico, de igual forma se demostró que los parámetros siguen un comportamiento de Poisson y la tasa de servicio posee un comportamiento exponencial, de lo cual se identificó que sigue un modelo de cola M/M/S, para este caso en particular con 6 servidores ubicados en paralelo (Modelo M/M/6). La Teoría de colas propone establecer supuestos para el modelado, para el caso sobre el estudio de eventos discretos son: la población de usuarios que ingresa al sistema infinita pues no hay restricciones para el ingreso al hospital, las llegadas de usuarios en los modelos de cola suelen ser de carácter aleatorio, y se basan en probabilidades por ello se tiene que demostrar que tipo distribución poseen.

### **Discusión sobre resultado del número de servidores que permiten el estado estable.**

La teoría de colas introduce el término estado estable, por ser la situación actual la tasa de llegadas mayor que la tasa de servicio, indica que el sistema no puede cubrir la sobredemanda incluso al máximo con los recursos actuales, por ello se necesitan 2 servidores como mínimo para cumplir con dicho estado en el sistema. El número de ventanillas propuesto tiene como sustento el modelo de cola M/M/S, el disminución del costo total del sistema en S/. 120.04 soles/hora, como lo realiza (Cazorla, 2014) en su estudio. La disminución del tiempo de espera en 18.36% y el análisis económico de la propuesta es alentador con un VAN = S/. 20 249.21 y una TIR= 84.31% que vuelven viable la propuesta de mejora.

### **Discusión sobre resultado de capacidad de atención en área de Admisión.**

Se utilizó la herramienta de simulación del Software Promodel, esta permite realizar el modelamiento de los modelos M/M/6 y M/M/8, claro que para ello es necesario alimentar de datos al modelo como: los parámetros de desempeño determinados valiéndose de la medición de tiempos y análisis de la atención en el hospital, los tiempos observados del sistema al inicio, las condiciones de disciplina del servicio. La utilidad del software Promodel, es amplia ya que se puede modelar sistemas en cualquier tipo de empresa, de producción, servicios, financiera; este último caso es aplicado por (Chingaté 2012) en su investigación. Esto resalta la demanda de tan potente herramienta dado que estos permiten analizar modelos que en situaciones reales demandarían tiempo de ejecución de personal calificado, tiempo de organización y capacitación, comunicación con las áreas cercanas a la intervención, excesivo costo de materiales y las remuneraciones del personal que ejecute dicha labor, todo esto a fin de brindar informes claros que servirán para la toma de decisiones al área que le corresponda.

## **4.2. Conclusiones**

1. De acuerdo a los resultados de la investigación, se puede afirmar que la Teoría de colas permite disminuir el tiempo de espera, esto genera beneficios como: la calidad en atención al usuario, un mayor número de usuarios atendidos y la reducción del costo de espera de los servidores todo, con la propuesta de modelo de cola M/M/8. Se espera la mejora continua del sistema aplicando el modelo en periodos de tiempo mayores a 4 horas, extendiéndolo a meses.
2. La Teoría de colas determina los parámetros tasa de llegadas y tasa de servicio, que rigen para el modelo actual M/M/S con 6 servidores, con apoyo de la técnica medición de tiempos analiza los tiempos de servicio y establece valores promedio, se determina la tasa promedio de llegada de 85 usuarios/ hora y una tasa promedio de servicio de 12 usuarios/hora, este último parámetro es afectado por el número de servidores instalados.

3. De acuerdo a los resultados de la investigación, la Teoría de colas permite únicamente calcular mediante fórmula el modelo M/M/8, es decir como mínimo debe existir 8 servidores para atender la demanda por el servicio en Admisión, cumple estado estable con 89% de utilización. además la probabilidad de que existan 7 personas en cola es de 9%, es la más representativa.
  
4. De acuerdo con los resultados de la investigación, la Teoría de colas no permite calcular mediante fórmulas la capacidad de atención del área de Admisión por ser modelos M/M/S que rigen sus comportamientos por distribuciones de probabilidad, al ser sistemas complejos, se apoya en el software de simulación, este se encarga de analizar el comportamiento del modelo más cercano a la realidad. La capacidad de atención con la propuesta de mejora modelo propuesto M/M/8 aumenta en 26 personas, pero se evidencia que a mayor número de servidores el porcentaje de ociosidad de los servidores aumenta un 13%.

## RECOMENDACIONES

Una vez concluida la investigación, se considera investigar sobre otros aspectos relacionados con los tiempos de espera en el hospital San Juan de Lurigancho, se propone:

- Extender los estudios expuestos en esta investigación a la atención en consultorios externos que implica el estudio de la atención del usuario hasta que se le brinda el diagnóstico.
- Analizar con mayor detenimiento los procesos relacionados a la atención del usuario en consultorios externos, a fin de determinar los procedimientos realmente necesarios para recortar tiempos de espera innecesarios.
- Contratar mano de obra especializada para realizar los estudios, y trabajar en conjunto con las áreas interesadas en busca de la mejora continua y la prestación de servicios con calidad.
- Implementar un sistema de seguimiento de usuarios continuadores a fin de brindar una atención rápida, en ventanilla especializada con personal capacitado a fin de disminuir la carga de servicio en ventanillas para nuevos usuarios.



## REFERENCIAS

- Aguilar, K. P. (2016). *DISEÑO DE MODELO DE LINEAS DE ESPERA QUE PERMITA IDENTIFICAR EL NUMERO DE SERVIDORES PARA MEJORAR EL TIEMPO DE ATENCIÓN A LOS CLIENTES DE UNA ENTIDAD FINANCIERA*. Lima.
- Arias, A. (2017). *Modelos de Colas: Aplicación en la gestión de un servicio de atención al público en un hipermercado*. Trabajo de grado, Universidad de la Laguna, San Cristobal de la Laguna. Obtenido de <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/5068>
- Arias, J. (2016). *Aplicación de la teoría de colas al problema de atención al cliente para la optimización del numero cajeros en ventanilla en la organización BCP*. Tesina, Lima. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5227>
- Ayala, M. (2007). *Análisis y aplicación de la Teoría de colas en un Centro Médico de Consulta Externa*. Tesis de grado, México D.F. Obtenido de <http://oreon.dgbiblio.unam.mx/F/CH28V4JH2S55A241LGV8JU5LQGRGTIAKMVY3HCQLM9BFSVR3XG-12729?func=find-b&request=analisis+y+aplicación+de+teoria+de+colas+en+consulta+externa>
- Azarang, M. G. (1996). *Simulación y análisis de Modelos estocásticos*. México D.F., México: McGraw Hill. Obtenido de <https://docplayer.es/290981-Lineas-de-espera-capitulo-2-lectura-6-2-simulacion-y-analisis-de-modelos-estocasticos-azarang-m-garcia-e-mc-graw-hill-mexico-2.html>
- Caballero, A. (2000). *Metodología de la investigación científica: diseños con hipótesis explicativas*. Lima: Udegraf.
- Cao, R. (2002). *Introducción a Simulación y a la Teoría de Colas*. La Coruña: NETBIBLO.
- Carro, R. G. (2012). Modelos de línea de espera. *Administración de las operaciones*, pág. 1-2.
- Cazorla, F. (2014). *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 RIOBAMBA*. RIOBAMBA. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3207/1/226T0026.pdf>

- Chingate, V. (2012). *ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE LINEAS DE ESPERA EN BANCAMIA S.A. EMPLEANDO SIMULACIÓN DISCRETA*. Tesis de grado, Universidad Libre, Bogotá. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/9066>
- Editorial. (22 de Febrero de 2018). Reduciran tiempo de espera de pacientes en hospitales. *Expreso*, pág. 18.
- García, E. G. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.
- Guevara, A. R. (2011). *Optimización del sistema hospitalario ecuatoriano: estudio, modelización, simulación y minimización de tiempos de espera de pacientes de consulta externa. Caso del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo*. Tesis de grado, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Quito. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3881>
- Hernández, R. F. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F., Mexico: McGraw Hill.
- Hilliers, F. L. (2010). *Introducción a la INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES*. Mexico D.F.: McGraw-Hill/INTERAMERICANA .
- Lovelock, C. (1997). *MERCADOTECNIA DE SERVICIOS*. PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA.
- Marquez, L. (2012). *Propuesta de reducción del tiempo de atención al cliente en el servicio de farmacia de una clínica particular*. Tesis de grado, Lima. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/314987>
- Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos*. México D.F.: PEARSON EDUCACIÓN.
- Moya, M. (1999). *INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES: Control de Inventarios y Teoría de Colas*. San Jose: Universidad Estatal a Distancia.
- Pashanaste, D. P. (2016). *TIEMPO DE ESPERA Y SATISFACCIÓN DE USUARIOS EN CONSULTA EXTERNA DEL CENTRO DE SALUD MORONACOCHA, IQUITOS 2015*. Iquitos.
- Rosazza, C. R. (2015). *MODELO DE LINEA DE ESPERA Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE EN LA EMPRESA CONSORCIO TERMINALES GMP OIL TANKING- SUPE PUERTO, 2014*. Huacho.

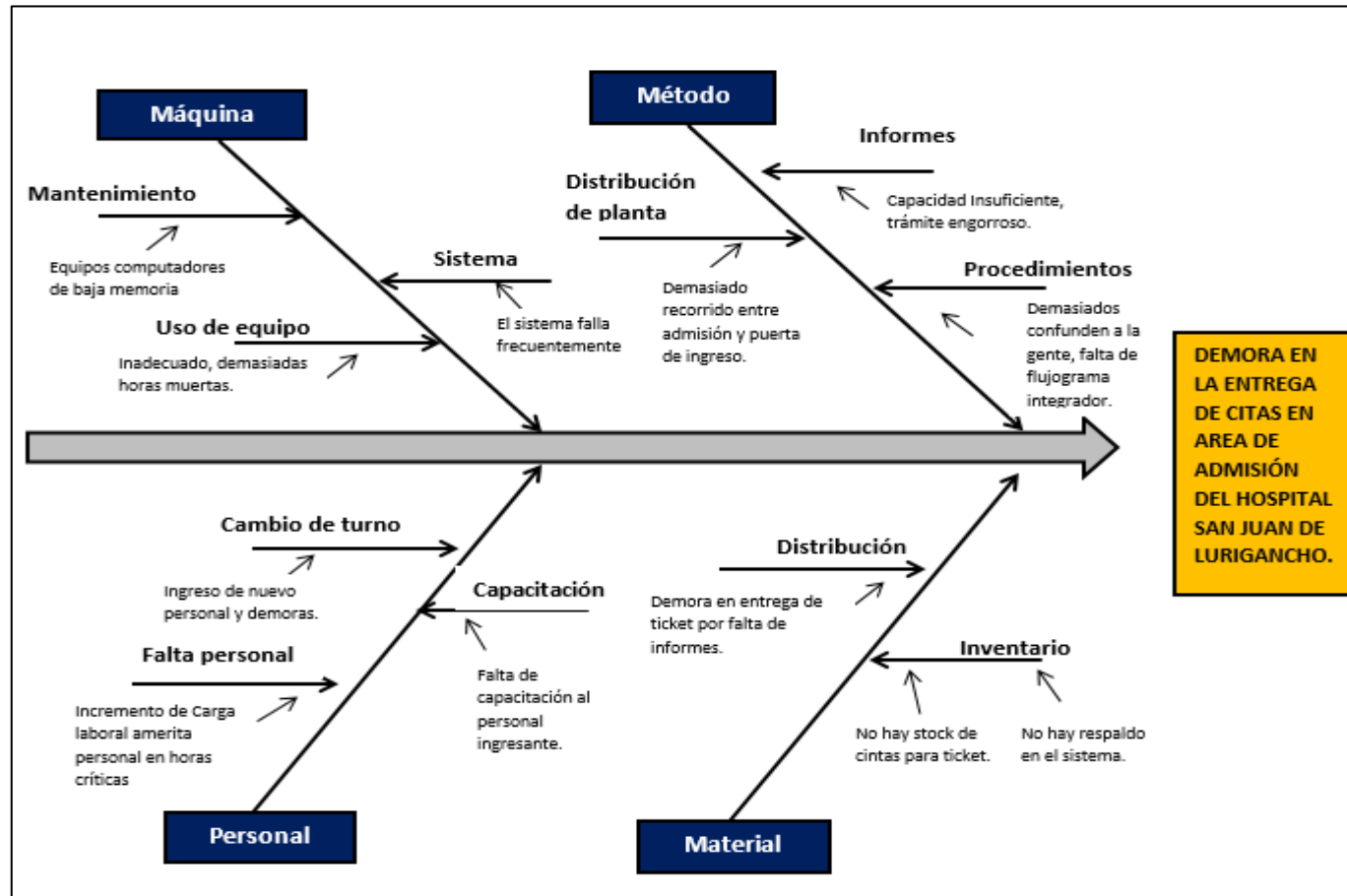
- Salazar, I. (2014). *Diagnostico y Mejora para el servicio de atención en el area de Emergencias de un hospital público*. Tesis de grado, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Lima. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5489>
- Shamblin, J. S. (1988). *Investigación de Operaciones: un enfoque fundamental*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Taha, H. (2012). *INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES*. Naucalpan de Juarez: PEARSON EDUCACIÓN.

## ANEXOS

### ANEXO n.º 1. Operacionalización de Variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Teoría de colas.	La teoría de colas es una disciplina dentro de la Investigación de Operativa cuyo fin es el estudio y análisis de procesos en los cuales se demande cierto servicio, sin embargo dicho servicio no puede ser satisfecho inmediatamente, lo cual provoca esperas. (Cao, 2002)	Es el estudio de las colas que permite analizar principales parámetros existentes en la atención de servicio de entrega de citas a fin de disminuir tiempo y costos de espera.	Parámetros de desempeño	Tasa de llegadas. (n° usuarios ingresantes / unidad de tiempo) Tasa de servicio. (n° usuarios atendidos/ unidad de tiempo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formato 01 (toma tiempos) (hh/mm/ss)</li> <li>- Formato 05 (toma tiempos) (hh/mm/ss)</li> </ul>
			Servidores	Rendimiento de servidores. (n° usuarios atendidos ventanilla/ n° usuarios que se espera atender en ventanilla)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros de producción por ventanilla</li> </ul>
			Capacidad de sistema	N° Atenciones/turno	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros de producción por turno.</li> </ul>
			Tiempo espera en cola ticketera.	Promedio tiempo espera en cola ticketera /usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formatos 02 (toma de tiempos) (hh/mm/ss)</li> </ul>
			Tiempo espera en sala.	Promedio tiempo espera en sala /usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formatos 03 (toma de tiempos) (hh/mm/ss)</li> </ul>

ANEXO n.º 2. Diagrama Ishikawa.





períodos de mayor demanda en área de Admisión del Hospital San Juan de Lurigancho, 2018"

ANEXO n.º 3. Diagrama Analítico de Proceso.

DIAGRAMA ANALITICO DE PROCESO									
DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO		RESUMEN							
		ACTIVIDAD			ACTUAL			PROPUESTA	
Objetivo: Analisis del proceso en Admisión		Operación	●	3					
Actividad: Atención de paciente en C.E.		Transporte	➔	4			Disminuir tiempos aplicados		
		Espera	●	2					
METODO ACTUAL		Inspección	■	1					
		Almacenamiento	▼	-					
LUGAR: Admisión HSJL		TIEMPO(minutos):							
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (min.)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				●	➔	●	■	▼	
1 Inicio									Llegada del usuario desde Modulo Informes
2 Arribo usuario a Admisión									Llegada del usuario al area de Admisión
3 Traslado usuario - modulo ticket		4m							
4 Espera en Cola- Modulo Ticket									Tiempo de espera/ disciplina FIFO
5 Encargado revisa documentacion necesaria	1 persona								Tiempo de revision DNI, referencia medica y copias.
6 Encargado entrega ticket de atención	1 persona								Recepción de ticket (usuario)
7 Traslado usuario - sala espera		2m							Tiempo de traslado a sala espera
8 Espera su turno a ventanilla									Usuario observa su numero de ticket en los monitores.
9 Traslado a ventanilla de atención		2m							Tiempo de traslado a ventanillas de atención
10 Atencion en Ventanilla	1 persona								Entrega de citas y ficha SIS.
11 Traslado a salida		14m							Tiempo de trasado a puerta salida
12 Fin									
TOTAL									

ANEXO n.º 4. Formato: Arribo de pacientes al área de Admisión.

FORMATO DE ARRIBO DE PACIENTES AL ÁREA DE ADMISIÓN  
 Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Intervalos de tiempo	Cantidad en cola	tiempos de arribo	Total
09:00 - 09:15			
09:15 - 09:30			
09:30 - 09:45			
09:45 - 10:00			
10:00 - 10:15			
10:15 - 10:30			
10:30 - 10:45			
10:45 - 11:00			
11:00 - 11:15			
11:15 - 11:30			
11:30 - 11:45			
11:45 - 12:00			
12:00 - 12:15			
12:15 - 12:30			
12:30 - 12:45			
12:45 - 13:00			

**Indicador:**  
 Tasa de Negadas (λ) =  $\frac{\text{número de usuarios regresantes en Admisión}}{\text{unidad de tiempo}}$



ANEXO n.º 5. Formato: Tiempo de actividad en cola ticketera.

FORMATO 02: TIEMPO DE ESPERA EN COLA TICKETERA      FECHA: / /

DESCRIPCIÓN: Tiempo que el usuario dura en cola - Ticketera (Debe tener toda la documentación necesaria para entrega de ticket de

Área: \_\_\_\_\_ Responsable: \_\_\_\_\_

Obs.	Hora llegada (hh/mm/ss)	Hora salida (hh/mm/ss)	Tiempo neto en cola ticketera (hh/mm/ss)	Nº Ticket
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

Indicador:  
 Tiempo promedio de espera usuario en cola ticketera =  $\frac{\sum \text{tiempos observados en cola ticketera}}{\text{número de observaciones}}$

*[Handwritten signature and date: 10/10]*



ANEXO n.º 6. Formato: Tiempo de espera usuario en sala.

FORMATO 03: TIEMPO DE ESPERA USUARIO EN SALA      FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN: Tiempo que el usuario permanece sentado hasta ser llamado en ventanillas (espera turno en pantalla)

Área: \_\_\_\_\_ Responsable: \_\_\_\_\_

Obs.	Hora generado ticket (hh/mm/ss)	Hora de llamada (hh/mm/ss)	Tiempo neto de espera (hh/mm/ss)	# Ticket	Ventanilla
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Indicador:

Tiempo promedio de espera usuario en sala =  $\frac{\Sigma(\text{tiempos observados en sala})}{\text{numero de observaciones}}$

*[Firma]*  
26.10

ANEXO n.º 7. Formato: Tiempo de actividad en Admisión.

FORMATO 04: TIEMPO DE ACTIVIDAD EN ADMISIÓN. FECHA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_


DESCRIPCIÓN: Tiempo que el usuario permanece en ventanillas de admisión  
(Debe completar su historia clínica)

Terminal: \_\_\_\_\_ Responsable: \_\_\_\_\_

Obs.	Tiempo Inicio (hh/mm/ss)	Tiempo Fin (hh/mm/ss)	Tiempo neto de atención (hh/mm/ss)	Ventanilla
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

Indicador:

Procedimiento tiempo atención usuario en ventanilla =  $\frac{\sum(\text{tiempos atención observados en ventanilla})}{\text{número de observaciones}}$



ANEXO n.º 8. Formato: Medición continua de la atención en Admisión.

FORMATO 05: MEDICIÓN CONTINUA DE LA ATENCIÓN EN ADMISIÓN. FECHA: \_\_/\_\_/\_\_

DESCRIPCIÓN: Tiempo que el usuario permanece en el sistema hasta la entrega de citas.

Terminal: \_\_\_\_\_ Responsable: \_\_\_\_\_

Obs.	Hora llegada a Admisión (hh/mm/ss)	Hora Dispensación de ticket	Hora llamada a ventanilla (hh/mm/ss)	Hora termino en Admisión (hh/mm/ss)	Nº ticket generado	Ventanilla de atención	Observaciones
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Indicador:

*Delgado*  
Lic. IO.

$$\text{Tasa de servicio } (\mu) = \frac{\text{número de usuarios atendidos en Admisión}}{\text{unidad de tiempo}}$$


  
 DELGADO ORTEGA RICHARD ANIBAL  
 LICENCIADO EN INGENIERIA DE SISTEMAS  
 LINEA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
 N.º 195623  
 jefe de la Unidad de Investigación e Innovación

de Lurigancho, 2018”

## ANEXO n.º 9. Listado de equipos en Admisión.

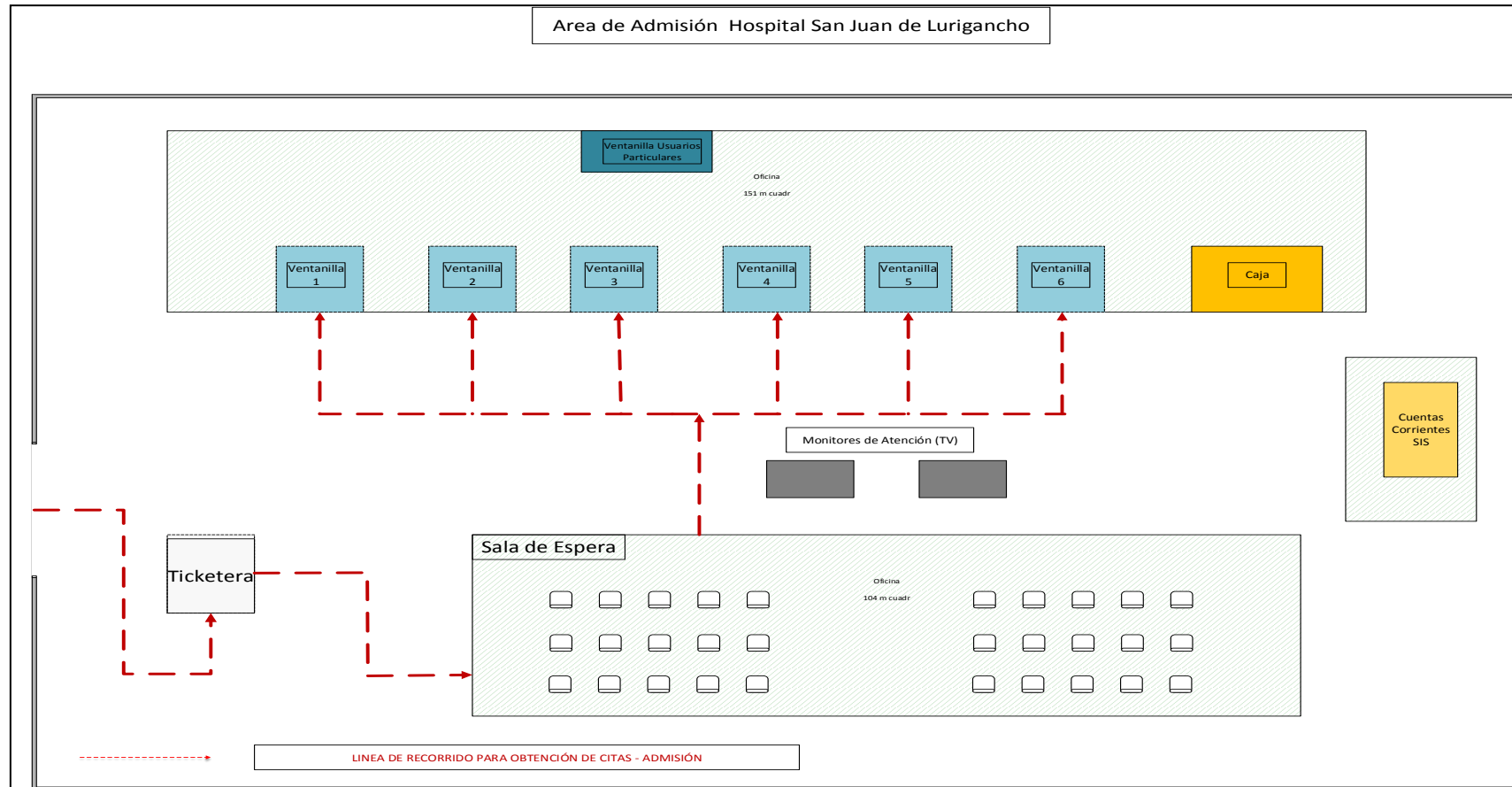
EQUIPAMIENTO DEL AREA DEL MODULO DE CITAS 2018														
	UNIDAD / OFICINA	AREA	SERVICIO	EQUIPO	CPU	FECHA DE ENTREGA	MAINBORAD	PROCESADOR	CAPACIDAD RAM	DISCO DURO	MONITOR	ESTADO	ESTABILIZADOR / UPS /	ESTADO
1	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	JEFATURA-MODULO	AVATEC	2014	Intel DB85FL	Core i5 IV / 3.10 GHz	4 GB - DDR3	500 GB / SATA	LED - BENQ	MALO	Estabilizador	REGULAR
2	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	MODV01	VASTECC	2018	Asus H110M-A	Core i5-6400 / 2.70 Ghz	8 GB - DDR4	500 GB / SATA	LED - HP	BUENO	Estabilizador	MALO
3	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	MODV02	VASTECC	2018	Asus H110M-A	Core i5-6400 / 2.70 Ghz	8 GB - DDR4	500 GB / SATA	LED - HP	BUENO	Estabilizador	REGULAR
4	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	MODV03	VASTECC	2018	Asus H110M-A	Core i5-6400 / 2.70 Ghz	8 GB - DDR4	500 GB / SATA	LED - HP	BUENO	Estabilizador	MALO
5	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	MODV04	VASTECC	2018	Asus H110M-A	Core i5-6400 / 2.70 Ghz	8 GB - DDR4	500 GB / SATA	LED - HP	BUENO	Estabilizador	MALO
6	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	MODV05	VASTECC	2018	Asus H110M-A	Core i5-6400 / 2.70 Ghz	8 GB - DDR4	500 GB / SATA	LED - HP	BUENO	Estabilizador	MALO
7	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	MODV06	VASTECC	2018	Asus H110M-A	Core i5-6400 / 2.70 Ghz	8 GB - DDR4	500 GB / SATA	LED - HP	BUENO	Estabilizador	MALO
8	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	MV07	VASTECC	2018	Asus H110M-A	Core i5-6400 / 2.70 Ghz	8 GB - DDR4	500 GB / SATA	LED - HP	BUENO	Estabilizador	BUENO
9	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	MV08	VASTECC	2018	Asus H110M-A	Core i5-6400 / 2.70 Ghz	8 GB - DDR4	500 GB / SATA	LED - HP	BUENO	Estabilizador	BUENO
10	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	MODSUPER	HALION	2018	Intel DG31PR	Core 2 / 3.00 GHz	3 - DDR2 / 1 GB - D	320 GB/SATA	LED - BENQ	REGULAR	Estabilizador	BUENO

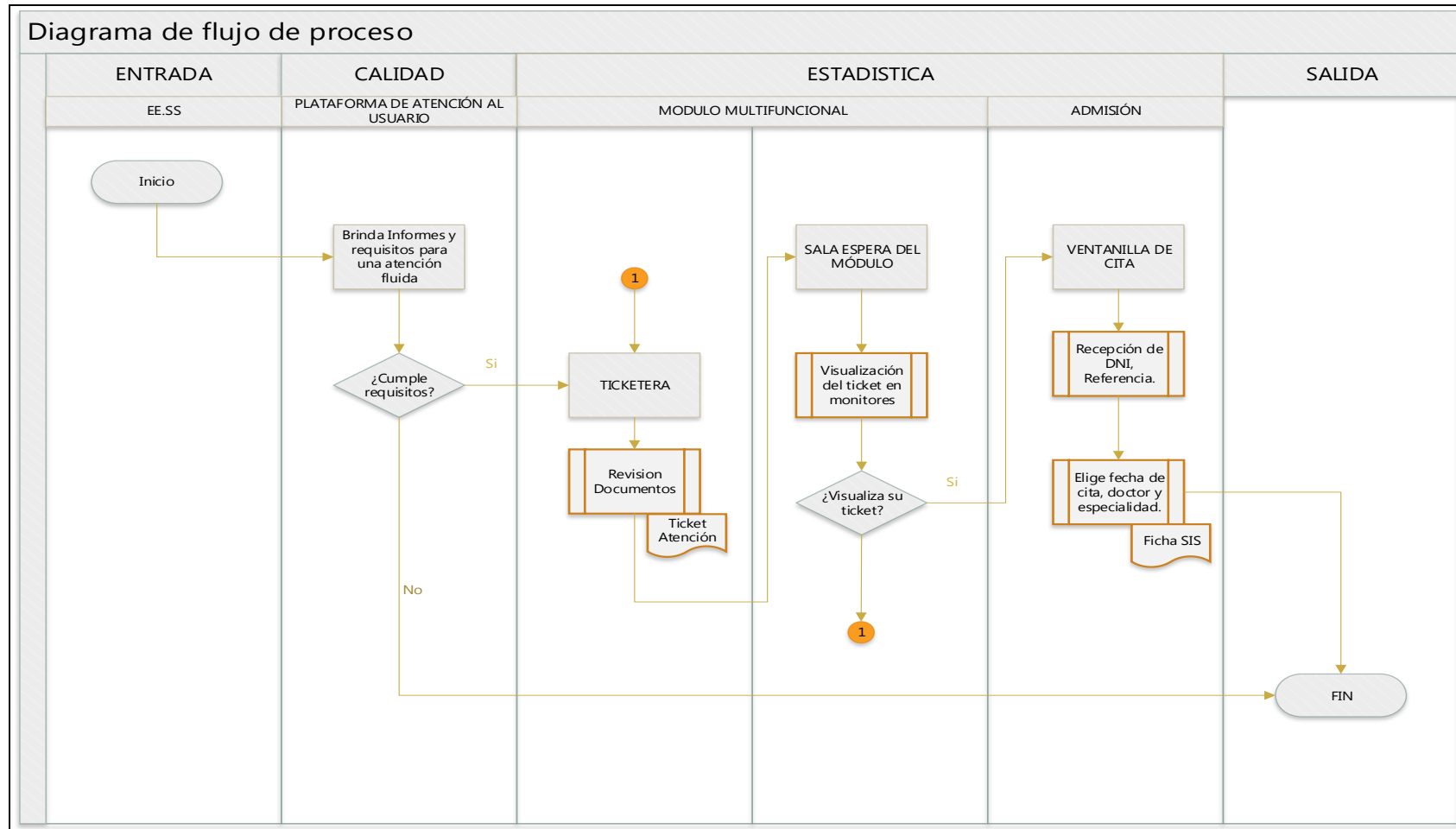
	UNIDAD / OFICINA	AREA	SERVICIO	EQUIPO	MARCA	MODELO	Cantidad	FECHA DE ENTREGA
1	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	LECTOR DE BARRAS	HP	/	6	2015
2	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	IMPRESORA	KYOCERA	M355	1	2015
3	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	IMPRESORA	HP	M608	1	2015
4	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	IMPRESORA	HP	400	2	2015
5	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	PRESORAS DE PUN	EPSON	STAR SP-700R	1	2014
6	ESTADISTICA	ADMISION	MODULO	PRESORAS TERMIC	EPSON	TM-t88v	2	2014
7	ESTADISTICA	ADMISION	TICKETERA	MONITOR	HP	/	1	2016
8	ESTADISTICA	ADMISION	TICKETERA	IMPRESORA TERMIC	EPSON	TM-t88v	1	2016
9	ESTADISTICA	ADMISION	MONITORE	TELEVISORES	AOC	/	3	2016



ANEXO n.º 10. Diagrama de recorrido - Admisión



ANEXO n.º 11. Diagrama de Flujo - Admisión.



ANEXO n.º 12. Reporte Modelo M/M/6 con 3 corridas. Locaciones. Software: Output Viewer

modelo de colas hsjl.rdb - Output Viewer 3DR

File View Tools Window Help

Views: <undefined view>

General Report (Normal Run - All Reps)

General Locations Location States Multi Location States Single Resources Resource States Entity Activity Entity States Variables Location Costing Resource Costing Entity Costing

**Modelo de colas HSJL.MOD (Normal Run - All Reps)**

Name	Replication	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Ventanilla.1	1	4.00	1.00	51.00	4.30	0.91	1.00	1.00	91.34
Ventanilla.1	2	4.00	1.00	42.00	4.99	0.87	1.00	1.00	87.27
Ventanilla.1	3	4.00	1.00	45.00	4.62	0.87	1.00	1.00	86.62
Ventanilla.2	1	4.00	1.00	44.00	4.76	0.87	1.00	1.00	87.30
Ventanilla.2	2	4.00	1.00	52.00	3.78	0.82	1.00	1.00	81.93
Ventanilla.2	3	4.00	1.00	54.00	3.68	0.83	1.00	1.00	82.73
Ventanilla.3	1	4.00	1.00	45.00	4.67	0.88	1.00	1.00	87.54
Ventanilla.3	2	4.00	1.00	30.00	6.14	0.77	1.00	1.00	76.75
Ventanilla.3	3	4.00	1.00	31.00	5.95	0.77	1.00	1.00	76.89
Ventanilla.4	1	4.00	1.00	40.00	5.24	0.87	1.00	1.00	87.41
Ventanilla.4	2	4.00	1.00	41.00	4.42	0.75	1.00	1.00	75.44
Ventanilla.4	3	4.00	1.00	52.00	3.36	0.73	1.00	1.00	72.70
Ventanilla.5	1	4.00	1.00	46.00	4.42	0.85	1.00	1.00	84.65
Ventanilla.5	2	4.00	1.00	50.00	3.59	0.75	1.00	1.00	74.72
Ventanilla.5	3	4.00	1.00	42.00	3.93	0.69	1.00	1.00	68.80
Ventanilla.6	1	4.00	1.00	38.00	5.21	0.83	1.00	1.00	82.52
Ventanilla.6	2	4.00	1.00	41.00	4.13	0.71	1.00	1.00	70.57
Ventanilla.6	3	4.00	1.00	27.00	6.46	0.73	1.00	1.00	72.68
Ventanilla	1	24.00	6.00	264.00	4.73	0.87	6.00	6.00	86.80
Ventanilla	2	24.00	6.00	256.00	4.38	0.78	6.00	6.00	77.78
Ventanilla	3	24.00	6.00	251.00	4.40	0.77	6.00	6.00	76.74
ENTRADA	1	4.00	1.00	351.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
ENTRADA	2	4.00	1.00	384.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

ANEXO n.º 13. Reporte Modelo M/M/6 con 3 corridas. Actividad del Usuario. Software: Output Viewer.

modelo de colas hsjl.rdb - Output Viewer 3DR

File View Tools Window Help

Views: <undefined view>

General Report (Normal Run - All Reps)

General Locations Location States Multi Location States Single Resources Resource States Entity Activity Entity States Variables Location Costing Resource Costing Entity Costing

**Modelo de colas HSJL.MOD (Normal Run - All Reps)**

Name	Replication	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
Usuario	1	258.00	93.00	47.31	1.00	2.49	42.85	0.98
Usuario	2	249.00	135.00	55.49	1.00	8.38	45.25	0.87
Usuario	3	244.00	98.00	53.93	1.00	3.54	48.37	1.02



ANEXO n.º 14. Reporte Modelo M/M/8 con 3 corridas. Locaciones. Software: Output Viewer.

modelo de colas hsjl.rdb - Output Viewer 3DR

File View Tools Window Help

Views: <undefined view>

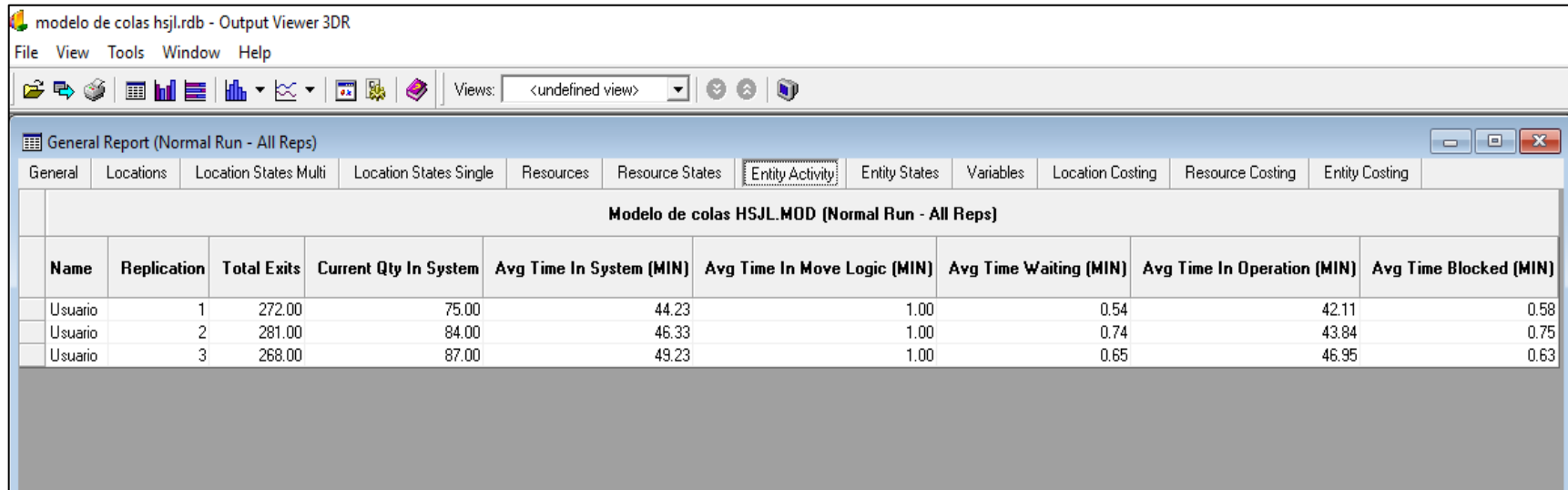
General Report (Normal Run - All Reps)

General Locations Location States Multi Location States Single Resources Resource States Entity Activity Entity States Variables Location Costing Resource Costing Entity Costing

**Modelo de colas HSJL.MOD (Normal Run - All Reps)**

Name	Replication	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Ventanilla.1	1	4.00	1.00	43.00	4.70	0.84	1.00	1.00	84.27
Ventanilla.1	2	4.00	1.00	53.00	3.68	0.81	1.00	1.00	81.31
Ventanilla.1	3	4.00	1.00	38.00	5.09	0.81	1.00	1.00	80.58
Ventanilla.2	1	4.00	1.00	50.00	3.76	0.78	1.00	1.00	78.40
Ventanilla.2	2	4.00	1.00	47.00	3.96	0.78	1.00	1.00	77.54
Ventanilla.2	3	4.00	1.00	41.00	4.54	0.77	1.00	1.00	77.48
Ventanilla.3	1	4.00	1.00	44.00	4.00	0.73	1.00	0.00	73.37
Ventanilla.3	2	4.00	1.00	37.00	5.09	0.78	1.00	0.00	78.40
Ventanilla.3	3	4.00	1.00	38.00	4.27	0.68	1.00	1.00	67.56
Ventanilla.4	1	4.00	1.00	34.00	4.88	0.69	1.00	1.00	69.18
Ventanilla.4	2	4.00	1.00	34.00	5.57	0.79	1.00	1.00	78.94
Ventanilla.4	3	4.00	1.00	30.00	5.53	0.69	1.00	1.00	69.12
Ventanilla.5	1	4.00	1.00	32.00	4.36	0.58	1.00	1.00	58.19
Ventanilla.5	2	4.00	1.00	34.00	4.78	0.68	1.00	1.00	67.77
Ventanilla.5	3	4.00	1.00	33.00	4.80	0.66	1.00	1.00	66.03
Ventanilla.6	1	4.00	1.00	25.00	4.58	0.48	1.00	0.00	47.71
Ventanilla.6	2	4.00	1.00	36.00	4.26	0.64	1.00	0.00	63.86
Ventanilla.6	3	4.00	1.00	28.00	4.81	0.56	1.00	1.00	56.11
Ventanilla.7	1	4.00	1.00	28.00	3.91	0.46	1.00	0.00	45.66
Ventanilla.7	2	4.00	1.00	24.00	5.47	0.55	1.00	1.00	54.75
Ventanilla.7	3	4.00	1.00	35.00	3.61	0.53	1.00	1.00	52.65
Ventanilla.8	1	4.00	1.00	21.00	4.11	0.36	1.00	0.00	35.99
Ventanilla.8	2	4.00	1.00	23.00	6.13	0.59	1.00	1.00	58.74
Ventanilla.8	3	4.00	1.00	34.00	2.88	0.41	1.00	1.00	40.74

ANEXO n.º 15. Reporte Modelo M/M/8 con 3 corridas. Actividad del usuario. Software: Output Viewer.



modelo de colas hsjl.rdb - Output Viewer 3DR  
File View Tools Window Help  
Views: <undefined view>

General Report (Normal Run - All Reps)

General Locations Location States Multi Location States Single Resources Resource States Entity Activity Entity States Variables Location Costing Resource Costing Entity Costing

**Modelo de colas HSJL.MOD (Normal Run - All Reps)**

Name	Replication	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
Usuario	1	272.00	75.00	44.23	1.00	0.54	42.11	0.58
Usuario	2	281.00	84.00	46.33	1.00	0.74	43.84	0.75
Usuario	3	268.00	87.00	49.23	1.00	0.65	46.95	0.63



## ANEXO n.º 16. Registro de tiempos. Horario: 9:15 am – 9:30 am

USUARIO	HORA DE LLEGADA	# TICKET	TIEMPO ESPERA COLA	TIEMPO ATENCIÓN	TIEMPO DE	TIEMPO ATENCIÓN	HORA DE SALIDA	TOTAL
	hh/mm/ss		MODULO TICKET	ENTREGA TICKET	ESPERA EN SALA	EN VENTANILLA		TIEMPO
			hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss
1	09:15:32	PR120	00:07:20	00:00:06	00:20:40	00:04:00	09:47:38	00:32:06
2	09:15:34	PR121	00:07:35	00:00:03	00:20:45	00:03:02	09:46:59	00:31:25
3	09:16:03	PR122	00:07:45	00:00:06	00:20:48	00:02:19	09:47:01	00:30:58
4	09:16:29	PR123	00:08:56	00:00:02	00:20:54	00:04:02	09:50:23	00:33:54
5	09:16:30	PR124	00:09:09	00:00:05	00:21:13	00:03:44	09:50:41	00:34:11
6	09:17:33	PR125	00:09:32	00:00:07	00:21:16	00:03:27	09:51:55	00:34:22
7	09:17:45	SE205	00:10:01	00:00:07	00:23:43	00:07:10	09:58:46	00:41:01
8	09:17:59	SE206	00:10:24	00:00:13	00:25:40	00:02:20	09:56:36	00:38:37
9	09:18:14	SE207	00:11:09	00:00:06	00:25:45	00:06:09	10:01:23	00:43:09
10	09:18:26	SE208	00:11:47	00:00:08	00:26:43	00:05:23	10:02:27	00:44:01
11	09:18:35	SE209	00:05:10	00:00:08	00:29:20	00:04:13	09:57:26	00:38:51
12	09:18:41	SE210	00:05:25	00:00:06	00:29:10	00:03:02	09:56:24	00:37:43
13	09:18:50	SE211	00:05:30	00:00:04	00:29:34	00:02:19	09:56:17	00:37:27
14	09:20:43	SE212	00:05:49	00:00:25	01:00:57	00:04:02	10:31:56	01:11:13
15	09:20:45	PR126	00:06:04	00:00:22	01:04:13	00:01:49	10:33:13	01:12:28
16	09:21:15	PR127	00:06:33	00:00:18	00:42:06	00:03:27	10:13:39	00:52:24
17	09:22:11	PR128	00:06:40	00:00:39	00:44:37	00:06:34	10:20:41	00:58:30
18	09:22:13	SE213	00:06:48	00:00:59	00:48:33	00:02:10	10:20:43	00:58:30
19	09:22:36	SE214	00:01:10	00:00:18	00:54:25	00:06:09	10:24:38	01:02:02
20	09:22:48	SE215	00:00:50	00:00:19	00:47:34	00:13:13	10:24:44	01:01:56
21	09:23:20	SE216	00:01:40	00:00:23	01:05:14	00:06:41	10:37:18	01:13:58
22	09:23:30	SE217	00:03:20	00:00:19	00:47:12	00:08:12	10:22:33	00:59:03
23	09:23:35	SE218	00:13:06	00:00:23	00:47:56	00:02:20	10:27:20	01:03:45
24	09:23:56	SE219	00:13:00	00:00:25	01:03:06	00:08:24	10:48:51	01:24:55
25	09:24:35	PR129	00:13:24	00:00:43	01:04:59	00:11:31	10:55:12	01:30:37
26	09:24:40	PR130	00:13:25	00:00:08	00:47:08	00:06:44	10:32:05	01:07:25
27	09:24:48	PR131	00:13:40	00:00:36	00:46:54	00:03:18	10:29:16	01:04:28
28	09:24:53	PR132	00:13:33	00:00:21	00:49:56	00:05:05	10:33:48	01:08:55
29	09:25:17	PR133	00:16:09	00:00:50	00:47:07	00:03:15	10:32:38	01:07:21
30	09:25:25	PR134	00:16:01	00:00:45	00:47:16	00:03:57	10:33:24	01:07:59
31	09:25:30	PR135	00:15:00	00:00:28	00:51:03	00:02:50	10:34:51	01:09:21
32	09:25:41	PR136	00:15:07	00:00:22	00:51:15	00:02:25	10:34:50	01:09:09
33	09:26:56	PR137	00:16:00	00:00:37	00:51:30	00:06:00	10:41:03	01:14:07
34	09:27:07	SE220	00:16:05	00:00:05	00:56:14	00:04:24	10:43:55	01:16:48
35	09:27:19	SE221	00:16:15	00:00:06	00:56:20	00:10:10	10:50:10	01:22:51
36	09:28:35	SE222	00:16:20	00:00:10	00:56:20	00:06:05	10:47:30	01:18:55
37	09:28:49	SE223	00:16:25	00:00:15	00:57:20	00:03:35	10:46:24	01:17:35
38	09:28:53	SE224	00:16:34	00:00:10	00:57:40	00:04:14	10:47:31	01:18:38
39	09:29:07	SE225	00:16:42	00:00:15	01:02:30	00:08:10	10:56:44	01:27:37
40	09:29:39	SE226	00:16:50	00:00:20	01:02:35	00:05:18	10:54:42	01:25:03
41	09:29:55	SE227	00:16:55	00:00:14	01:02:40	00:04:11	10:53:55	01:24:00

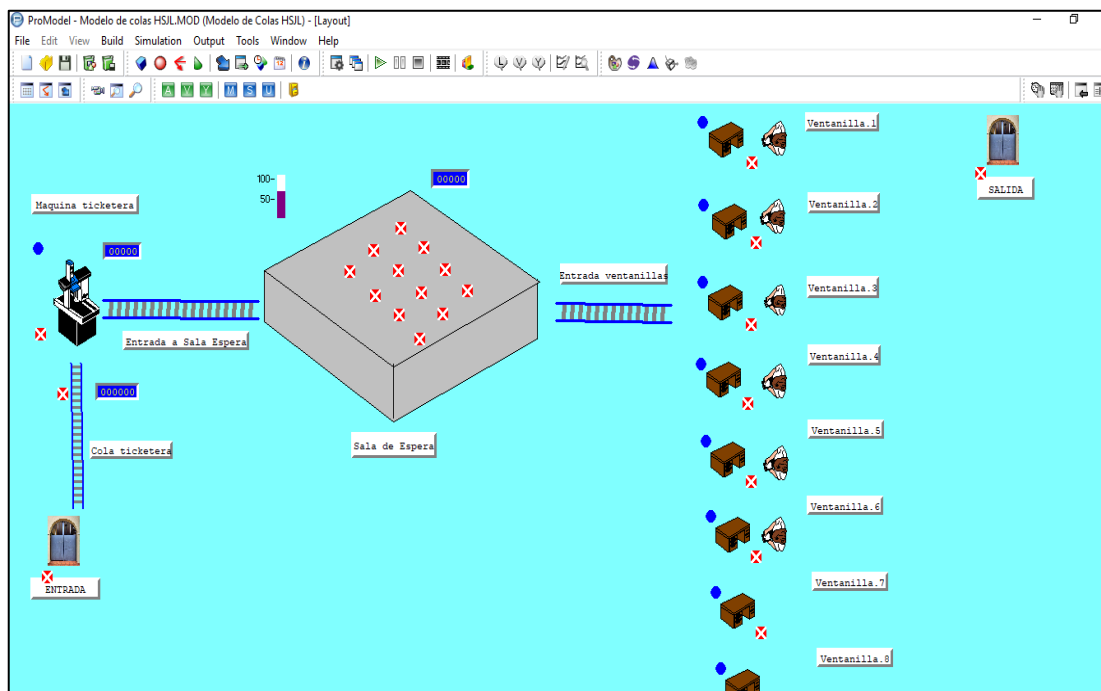
ANEXO n.º 17. Registro de tiempos. Horario: 10:30 am – 10:45 am.

USUARIO	HORA DE LLEGADA	# TICKET	TIEMPO ESPERA COLA	TIEMPO ATENCIÓN	TIEMPO DE	TIEMPO ATENCIÓN	HORA DE SALIDA	TOTAL
	hh/mm/ss		MODULO TICKET	ENTREGA TICKET	ESPERA EN SALA	EN VENTANILLA		TIEMPO
	hh/mm/ss		hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss
1	10:30:09	SE301	00:09:13	00:00:06	00:45:00	00:02:40	11:27:08	00:56:59
2	10:30:41	SE302	00:08:35	00:00:03	00:45:06	00:03:32	11:27:57	00:57:16
3	10:31:05	SE303	00:08:53	00:00:06	00:45:08	00:02:56	11:28:08	00:57:03
4	10:31:24	SE304	00:09:23	00:00:02	00:45:12	00:05:02	11:31:03	00:59:39
5	10:31:54	SE305	00:09:09	00:00:05	00:45:20	00:03:00	11:29:28	00:57:34
6	10:32:04	SE306	00:09:32	00:00:07	00:45:25	00:04:27	11:31:35	00:59:31
7	10:32:16	PR180	00:10:01	00:00:07	00:54:43	00:06:00	11:43:07	01:10:51
8	10:33:30	PR181	00:11:52	00:00:13	00:54:48	00:02:10	11:42:33	01:09:03
9	10:33:46	PR182	00:12:09	00:00:06	00:54:54	00:06:39	11:47:34	01:13:48
10	10:33:56	PR183	00:12:47	00:00:08	00:55:26	00:05:00	11:47:17	01:13:21
11	10:34:01	PR184	00:06:50	00:00:08	00:55:34	00:02:13	11:38:46	01:04:45
12	10:34:32	PR185	00:06:10	00:00:06	01:00:10	00:03:02	11:44:00	01:09:28
13	10:34:55	SE307	00:05:54	00:00:04	01:04:30	00:02:33	11:47:56	01:13:01
14	10:35:53	SE308	00:05:49	00:00:13	01:04:57	00:04:12	11:51:04	01:15:11
15	10:36:32	SE309	00:06:50	00:00:06	01:06:03	00:01:49	11:51:20	01:14:48
16	10:36:49	SE310	00:06:33	00:00:06	00:46:06	00:03:27	11:33:01	00:56:12
17	10:37:36	SE311	00:01:28	00:00:03	00:46:26	00:06:34	11:32:07	00:54:31
18	10:37:52	SE312	00:01:22	00:00:05	00:47:13	00:02:45	11:29:17	00:51:25
19	10:39:25	PR186	00:01:10	00:00:04	01:08:12	00:06:09	11:55:00	01:15:35
20	10:39:31	PR187	00:00:50	00:01:04	00:47:34	00:05:48	11:34:47	00:55:16
21	10:39:38	PR188	00:01:40	00:00:05	01:05:14	00:08:41	11:55:18	01:15:40
22	10:39:50	PR189	00:03:35	00:01:05	00:47:26	00:08:12	11:40:08	01:00:18
23	10:40:13	PR190	00:13:06	00:00:03	00:47:47	00:04:47	11:45:56	01:05:43
24	10:40:22	PR191	00:13:00	00:00:03	01:08:06	00:07:14	12:08:45	01:28:23
25	10:41:01	PR192	00:13:24	00:00:03	01:08:12	00:05:31	12:08:11	01:27:10
26	10:41:17	PR193	00:13:25	00:00:06	00:48:50	00:04:44	11:48:22	01:07:05
27	10:42:39	PR194	00:13:40	00:00:06	00:49:20	00:03:26	11:49:11	01:06:32
28	10:42:57	SE313	00:13:33	00:00:06	00:49:38	00:05:20	11:51:34	01:08:37
29	10:43:12	SE314	00:16:09	00:01:05	00:52:07	00:03:47	11:56:20	01:13:08
30	10:44:02	SE315	00:16:01	00:01:05	00:53:35	00:05:57	12:00:40	01:16:38

ANEXO n.º 18. Registro de tiempos. Horario: 11:30 am – 11:45 am.

USUARIO	HORA DE LLEGADA	# TICKET	TIEMPO ESPERA COLA	TIEMPO ATENCIÓN	TIEMPO DE	TIEMPO ATENCIÓN	HORA DE SALIDA	TOTAL
	hh/mm/ss		MODULO TICKET	ENTREGA TICKET	ESPERA EN SALA	EN VENTANILLA		TIEMPO
	hh/mm/ss		hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss	hh/mm/ss
1	11:30:12	SE342	00:06:13	00:00:06	00:22:40	00:02:18	12:01:29	00:31:17
2	11:30:15	SE343	00:07:35	00:00:03	00:22:48	00:03:02	12:03:43	00:33:28
3	11:30:28	SE344	00:07:53	00:00:06	00:23:50	00:02:19	12:04:36	00:34:08
4	11:31:03	SE345	00:08:23	00:00:02	00:24:32	00:04:02	12:08:02	00:36:59
5	11:32:03	SE346	00:08:33	00:00:05	00:24:00	00:02:00	12:06:41	00:34:38
6	11:33:35	SE347	00:08:50	00:00:07	00:23:08	00:03:27	12:09:07	00:35:32
7	11:34:18	SE348	00:09:30	00:00:07	00:23:43	00:07:10	12:14:48	00:40:30
8	11:34:24	SE349	00:10:00	00:00:13	00:25:40	00:02:10	12:12:27	00:38:03
9	11:35:12	SE350	00:10:19	00:00:06	00:25:45	00:06:09	12:17:31	00:42:19
10	11:36:54	SE351	00:12:47	00:00:08	00:26:43	00:05:23	12:21:55	00:45:01
11	11:37:20	SE352	00:06:50	00:00:08	00:29:20	00:02:13	12:15:51	00:38:31
12	11:37:24	SE353	00:06:10	00:00:06	00:29:10	00:03:02	12:15:52	00:38:28
13	11:37:36	SE354	00:06:54	00:00:04	00:29:34	00:02:19	12:16:27	00:38:51
14	11:37:49	SE355	00:06:59	00:00:25	01:00:57	00:04:02	12:50:12	01:12:23
15	11:38:07	SE356	00:05:50	00:00:22	01:01:03	00:01:49	12:47:11	01:09:04
16	11:38:38	PR305	00:05:58	00:00:18	00:42:06	00:03:27	12:30:27	00:51:49
17	11:38:45	PR306	00:01:22	00:00:39	00:46:26	00:06:34	12:33:46	00:55:01
18	11:39:01	PR307	00:01:28	00:00:59	00:47:13	00:02:10	12:30:51	00:51:50
19	11:39:10	SE357	00:01:10	00:00:18	00:54:25	00:06:09	12:41:12	01:02:02
20	11:39:20	SE358	00:01:50	00:00:19	00:47:34	00:05:48	12:34:51	00:55:31
21	11:39:25	SE359	00:01:56	00:00:23	01:05:14	00:06:41	12:53:39	01:14:14
22	11:40:20	SE360	00:03:35	00:00:19	00:47:12	00:08:12	12:39:38	00:59:18
23	11:40:30	SE361	00:04:06	00:00:23	00:47:47	00:04:47	12:37:33	00:57:03
24	11:40:39	SE362	00:13:00	00:00:25	01:03:06	00:08:24	13:05:34	01:24:55
25	11:40:57	PR308	00:13:24	00:00:43	01:02:59	00:11:31	13:09:34	01:28:37
26	11:41:30	PR309	00:13:28	00:00:08	00:47:08	00:06:44	12:48:58	01:07:28
27	11:41:47	SE363	00:13:40	00:00:36	00:46:54	00:03:18	12:46:15	01:04:28
28	11:41:53	PR310	00:13:53	00:00:21	00:49:38	00:05:05	12:50:50	01:08:57
29	11:42:12	SE364	00:15:09	00:00:50	00:47:07	00:00:47	12:46:05	01:03:53
30	11:42:21	SE365	00:15:31	00:00:45	00:47:00	00:03:57	12:49:34	01:07:13
31	11:43:06	SE366	00:16:00	00:00:28	00:51:03	00:02:50	12:53:27	01:10:21
32	11:43:13	SE367	00:16:27	00:00:22	00:51:15	00:03:30	12:54:47	01:11:34
33	11:44:35	SE368	00:16:34	00:00:37	00:51:15	00:03:36	12:56:37	01:12:02

ANEXO n.º 19. Modelo de sistema M/M/8: Entorno Promodel.





de Lurigancho, 2018”

ANEXO n.º 20. Reporte de Producción. Admisión: Octubre.

USUARIO	FECHA																															TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Jamanca, C.	89	63	65	83	66	68			69	71	66	71	67		77	54	58	57	68	59		48	58	64	64	42	60		52	52	50	<b>1641</b>
Espinoza, E.		60	81	88	59	56			68	82	60	73	63			55	69	77	75	89			31	71	57	56	81			62	57	<b>1470</b>
Leguia A.	93	79	90	75	76				73	75	66	66			74	63	73	63	67			60	71	74	62	40			62	71		<b>1473</b>
Prellwitz S.	61	47	59	47	77	33			53		38	84	58		56	30	45	71	54	54		51	45	87	78	46						<b>1174</b>
Ravines, E.		81	58	50	55	30			133	69	58	45	33			37	36	42	32	28		3		47	49	51	29		55	50	55	<b>1126</b>
Quiñones, R.	98	72	90		52	66			99	102		62	93		78	90	107		90	81		83	56	96		85	60		47	54	58	<b>1719</b>

ANEXO n.º 21. Análisis comparativo del costo de servicio del sistema. Admisión.

<b>Compartivo de costos servicio del sistema</b>						
6 servidores						
Costo de servicio	Mensual (S/.)	Numero	Sub total (s/.)	Dias	Horas	Costo / hora(S/.)
Energia Electrica	S/300.00	-	S/300.00	24	6	S/2.08
Personal de Admisión	S/1,500.00	6	S/9,000.00	24	6	S/62.50
Personal modulo Ticket	S/1,400.00	1	S/1,400.00	24	6	S/9.72
Equipos e insumos	S/800.00	-	S/800.00	24	6	S/5.56
<b>Costo Total</b>						<b>S/79.86</b>
8 servidores						
Costo de servicio	Mensual (S/.)	Numero	Sub total (s/.)	Dias	Horas	Costo / hora(S/.)
Energia Electrica	S/400.00	-	S/400.00	24	6	S/2.78
Personal de Admisión	S/1,500.00	8	S/12,000.00	24	6	S/83.33
Personal modulo Ticket	S/1,400.00	1	S/1,400.00	24	6	S/9.72
Equipos	S/900.00	-	S/900.00	24	6	S/6.25
<b>Costo Total</b>						<b>S/102.08</b>



ANEXO n.º 22. Análisis comparativo costo de espera servidor y sistema. Admisión.

**Costo de Espera servidor**

Costo de espera					
Servidores	Costo / hora(S/.)	% Ocio	Nº horas	Nº horas ocio	Costo espera
6	S/10.97	23.26	4	0.93	S/10.21
8	S/10.97	36.22	4	1.45	S/15.90

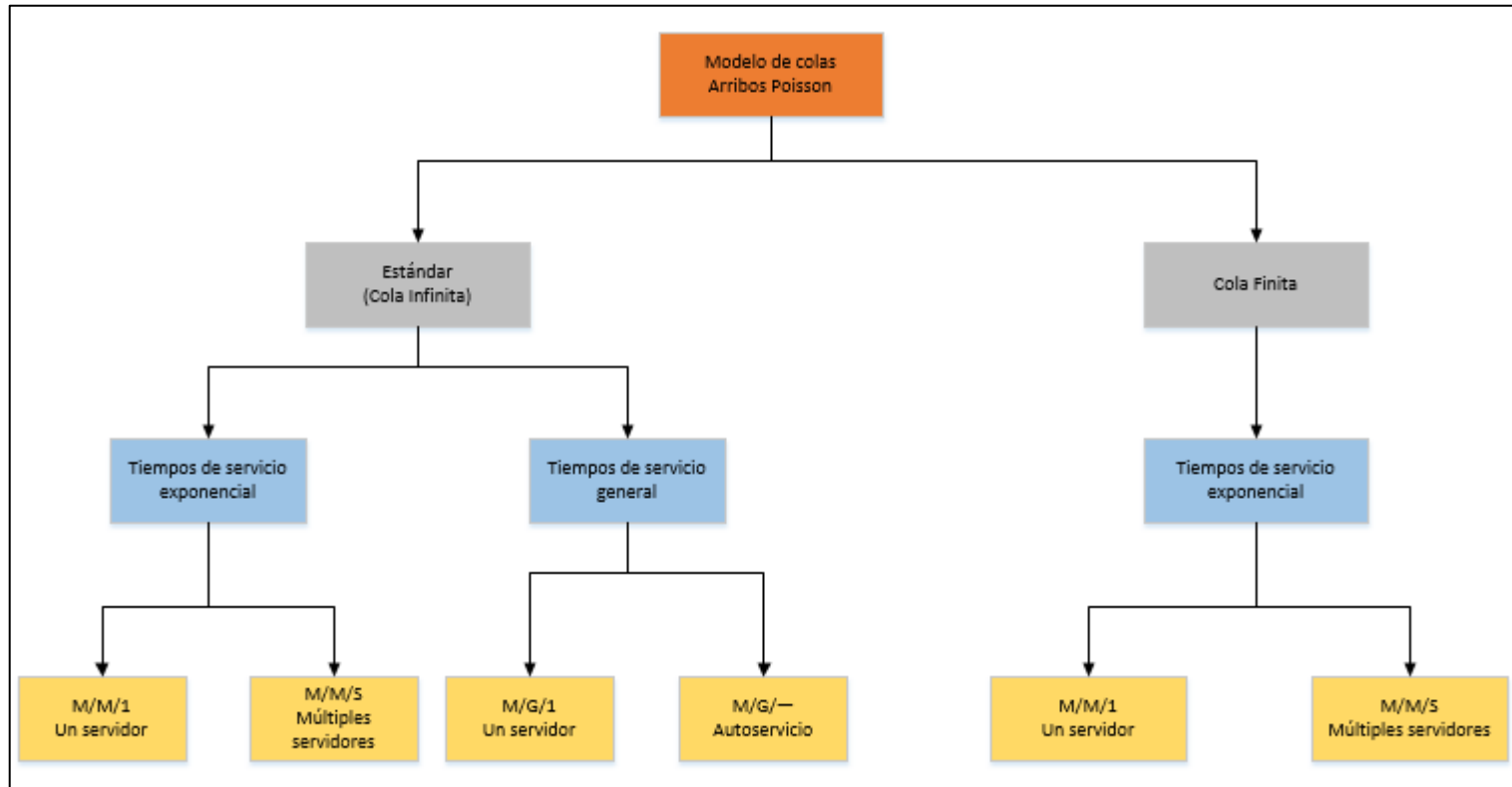
**Costo de Espera de sistema**

Costo de espera					
Servidores	Costo / hora(S/.)	% Ocio	Nº horas	Nº horas ocio	Costo Total
6	S/27.78	23.26	4	0.93	S/25.84
8	S/28.13	36.22	4	1.45	S/40.75

ANEXO n.º 23. Costo de aumentar 2 servidores. Admisión.

Descripción	Costo	Depreciación 25% anual	Cantidad	Precio
Personal de Admisión	S/1,500.00	-	2	S/3,000.00
Computadora	S/1,200.00	S/300.00	2	S/1,800.00
Impresora	S/800.00	S/200.00	1	S/600.00
Escáner de barras	S/350.00	S/87.50	2	S/525.00
Impresora de punto	S/200.00	S/50.00	2	S/300.00
Silla giratoria	S/90.00	-	2	S/180.00
Insumos	S/1,500.00	-	-	S/1,500.00
			<b>TOTAL</b>	<b>S/7,905.00</b>

ANEXO n.º 24. Clasificación de modelo de colas.



ANEXO n.º 25. Calculo de parámetros de desempeño: Método analítico Teoría de colas.

Queue Template M/M/s			Queue Performance/Operating Characteristics		
<b>Input Data</b>			<b>Queue Performance/Operating Characteristics</b>		
Arrival rate ( $\lambda$ )	85	hour	Average server utilization ( $\rho$ )	88.5%	busy
Service rate ( $\mu$ )	12	hour	Average number of customers in the queue ( $L_q$ )	5.119	in queue
Number of servers (s)	8	for queue	Average number of customers in the system (L)	12.203	in system
Cost of Service	15	hour	Average waiting time in the queue ( $W_q$ )	0.060	hour
Cost of Waiting	1	hour	Average time in the system (W)	0.144	hour
<b>Color Key</b>			Probability (% of time) system is empty ( $P_0$ )		
**Arrival and service rate must use the same units of time as must cost of service and waiting			0.000		
Model Input (change)					
Model Output (read)					
Decision Metric (act on)					
<b>Probabilities</b>					
Number in System	Prob	Cum. Prob			
0	0.0005	0.0005			
1	0.0034	0.0039			
2	0.0121	0.0160			
3	0.0286	0.0446			
4	0.0507	0.0953			
5	0.0718	0.1671			
6	0.0847	0.2518			
7	0.0857	0.3375			
8	0.0759	0.4134			
9	0.0672	0.4806			
10	0.0595	0.5401			
11	0.0527	0.5928			
12	0.0467	0.6395			
13	0.0413	0.6808			
14	0.0366	0.7174			
15	0.0324	0.7498			
16	0.0287	0.7784			
17	0.0254	0.8038			
18	0.0225	0.8263			
19	0.0199	0.8462			
20	0.0176	0.8638			

ANEXO n.º 26. Flujo de caja y recuperación de la inversión.

FLUJO DE CAJA ADMISIÓN							
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	
<b>Ingresos</b>	S/ -	S/ 14,040.00	S/ 14,040.00	S/ 14,040.00	S/ 14,040.00	S/ 14,040.00	S/ 14,040.00
<b>Egresos</b>	S/ 8,205.00	S/ 6,700.00	S/ 6,850.00	S/ 6,850.00	S/ 6,920.00	S/ 6,800.00	
<b>Inversión</b>	S/ 8,205.00						
<b>Costos Fijos</b>		S/ 4,900.00	S/ 4,900.00	S/ 4,900.00	S/ 4,900.00	S/ 4,900.00	S/ 4,900.00
Planilla		S/ 4,400.00	S/ 4,400.00	S/ 4,400.00	S/ 4,400.00	S/ 4,400.00	S/ 4,400.00
Digitadores		S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00
Orientador		S/ 1,400.00	S/ 1,400.00	S/ 1,400.00	S/ 1,400.00	S/ 1,400.00	S/ 1,400.00
Servicios Públicos		S/ 500.00	S/ 500.00	S/ 500.00	S/ 500.00	S/ 500.00	S/ 500.00
<b>Costos Variables</b>		S/ 1,300.00	S/ 1,450.00	S/ 1,450.00	S/ 1,520.00	S/ 1,400.00	
<b>Flujo de Caja Económico</b>	-S/ 8,205.00	S/ 7,340.00	S/ 7,190.00	S/ 7,190.00	S/ 7,120.00	S/ 7,240.00	
		S/ 7,340.00	S/ 14,530.00	S/ 21,720.00	S/ 28,840.00	S/ 36,080.00	
<b>Costo de Oportunidad del Capital</b>		8.50%					
<b>Valor Actual Neto (VAN)</b>	S/ 20,249.21						ES VIABLE
<b>Tasa Interna de Retorno (TIR)</b>	84.31%						ES RENTABLE
<b>Ratio B/C</b>	1.58						ES VIABLE
<b>Valor Actual de los Ingresos</b>	S/ 55,326.61						
<b>Valor Actual de los Egresos</b>	S/ 35,077.41						
<b>Periodo de Recuperación el Capital</b>	Segundo mes						



ANEXO n.º 27. Cálculo de servidores.

**Cálculo de número óptimo de servidores que minimicen el costo total.**

$$\text{Costo total (Soles/hora)} = \lambda W C_e + S C_s$$

$\lambda$	85	usuarios/hora
$C_s$	16.53	soles/hora
$C_e$	10.97	soles/hora

Para 6 servidores

No cumple estado estable  $p < 1$

$$p = 1.18$$

Para 7 servidores

No cumple estado estable  $p < 1$

$$p = 1.01$$

**Caso especial Septiembre**

Para 6 servidores

$\lambda$	69	usuarios/hora
$C_s$	16.53	soles/hora
$C_e$	10.97	soles/hora

**parametros**

L =	26.16
Lq =	20.41
W =	0.38
Wq =	0.30
p =	0.96

$$C_t = S / 386.15 \text{ hora}$$

Para 8 servidores

Parámetros

L =	12.20
Lq =	5.12
W =	0.14
Wq =	0.06
p =	0.89

$$C_t = S / 266.11 \text{ hora}$$

Para 9 servidores

Parámetros

L =	8.58
Lq =	1.49
W =	0.10
Wq =	0.02
p =	0.79

$$C_t = S / 134.80 \text{ hora}$$

ANEXO n.º 28. Sala espera – Admisión Hospital San Juan de Lurigancho.



ANEXO n.º 29. Sala espera – Admisión Hospital San Juan de Lurigancho.





ANEXO n.º 30. Módulo entrega ticket atención – Admisión Hospital San Juan de Lurigancho.

