

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ESTADÍSTICA



ANÁLISIS DEL TIEMPO DE SERVICIO Y PATRÓN DE LLEGADAS SEGÚN LA TEORÍA DE COLAS DE LOS PACIENTES DE LA UNIDAD PRODUCTORA DE SERVICIOS DE SALUD DE CONSULTA EXTERNA DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA EN EL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO,2019.

TESIS PRESENTADO POR:

Br. JULIO MAYORGA CHALLCO

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN ESTADÍSTICA

ASESOR:

Dr. EPIFANIO PUMA HUAÑEC

CUSCO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mi padre LUCIO MAYORGA CCAHUANA, que desde el cielo me acompaña, me guía para poder seguir siendo una persona como él deseaba en vida.

A MIS PADRES:

Por ser los impulsores en toda mi formación académica y el apoyo incondicional

A MI NOVIA:

Por su apoyo constante y motivación para la culminación de este trabajo de investigación.

A MI HIJO:

Por ser mi motivo a superarme cada día más.

A MI ASESOR:

Dr. Epifanio Puma Huañec por su orientación, colaboración y valioso tiempo para la conclusión de este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Por darme la vida y la oportunidad de poder lograr todos mis objetivos y mis metas trazadas para poder concluir este trabajo.

A mis queridos Docentes de la Escuela de Pos Grado de la Maestría en Estadística de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, que me brindaron sus conocimientos, su tiempo y dedicación, que han sido el soporte fundamental para que pueda llegar a la culminación de este estudio.

ÍNDICE GENERAL

I.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
	1.1 Situación Problemática.....	1
	1.2 Formulación del problema.....	2
	I.1.1. Problema general.....	2
	I.1.2. Problemas específicos	2
	I.2. Justificación de la investigación.....	3
	I.2.1. Justificación teórica.....	3
	I.2.2. Justificación práctica.....	3
	I.2.3. Justificación metodológica.....	3
	I.3. Objetivos de la investigación	3
	I.3.1. Objetivo general.....	3
	I.3.2. Objetivos específicos	3
II.	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	4
	2.1. Bases teóricas	4
	2.1.1 Teoría de Colas.....	4
	2.1.2. Objetivos de la teoría de colas	4
	2.1.3. Estructura Basica de los Modelos de Colas	5
	2.1.4. Terminología y notación	7
	2.1.5. Modelos con tasas de llegada y servicio de tipo Poisson.....	11
	2.1.6. Distribuciones de probabilidades	13
	2.1.7. Prueba de bondad de ajuste.....	14
	2.2. Marco conceptual (palabras clave).....	18
	2.2.1. Línea de espera.....	18
	2.2.2. Tiempo de servicio.....	18
	2.2.3. Teoría de colas	18
	2.2.4. Paciente	18
	2.3. Antecedentes empíricos de la investigación.....	19
III.	HIPOTESIS Y VARIABLES.....	21
	3.1. Hipótesis.....	21
	3.1.1. Hipótesis General.....	21
	3.1.2. Hipótesis Específicas	21
	3.2. Identificación de variables.....	22
	3.2.1. Variable de estudio.....	22
	3.3. Operacionalización de Variables.....	22

IV. METODOLOGIA.....	23
4.1. Ámbito de estudio: localización política y geográfica	23
4.2. Tipo y nivel de investigación	23
4.3. Unidad de análisis	23
4.4. Población de estudio.....	23
4.5. Tamaño de muestra	24
4.6. Técnicas de selección de muestra.....	24
4.7. Técnicas de recolección de información	25
4.8. Técnicas de análisis e interpretación de la información.....	26
4.9. Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de la hipótesis planteada.....	26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
5.1. Análisis de tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°1 de Cardiología de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.....	27
5.2. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del Consultorio N°2 de Dermatología de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.....	50
5.3. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del Consultorio N°3 de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta externa de la especialidad de Medicina.	74
5.4. Análisis de los tiempos de llegada y servicio del consultorio N° 4 de Gastroenterología de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.....	96
5.5. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°5 de Infectología de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de medicina.	121
5.6. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°6 de Medicina Interna de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.....	145
5.7. Análisis de los tiempos de llegada y servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.	168
5.8. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N° 8 de Neumología de la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa de la Especialidad Medicina.....	190
5.9. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°9 de Neurología de Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad Medicina.....	212
5.10. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°10 de Psiquiatría de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.....	235
5.11. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°11 de reumatología de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.....	257

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Ficha de observación del Consultorio N° 1 de Cardiología de la primera semana	27
Tabla 2.Ficha de procesamiento del Consultorio N°1 de Cardiología de la primera semana ..	28
Tabla 3.Ficha de observación del Consultorio N° 1 de Cardiología de la segunda semana....	32
Tabla 4.Ficha de procesamiento del Consultorio N°1 de Cardiología de la segunda semana.	33
Tabla 5.Ficha de observación del Consultorio N° 1 de Cardiología de la tercera semana	38
Tabla 6.Ficha de procesamiento del Consultorio N°1 de Cardiología de la tercera semana...	39
Tabla 7.Ficha de observación del Consultorio N° 1 de Cardiología de la cuarta semana	44
Tabla 8.Ficha de procesamiento del Consultorio N°1 de Cardiología de la cuarta semana	45
Tabla 9.Ficha de observación del Consultorio N° 2 de Dermatología de la primera semana .	50
Tabla 10.Ficha de procesamiento del Consultorio N°2 de Dermatología de la primera semana	51
Tabla 11.Ficha de observación del Consultorio N° 2 de Dermatología de la segunda semana	56
Tabla 12.Ficha de procesamiento del Consultorio N°2 de Dermatología de la segunda semana	57
Tabla 13.Ficha de observación del Consultorio N°2 de Dermatología de la tercera semana ..	62
Tabla 14.Ficha de procesamiento del Consultorio N°2 de Dermatología de la tercera semana	63
Tabla 15.Ficha de observación del Consultorio N°2 de Dermatología de la cuarta semana...	68
Tabla 16.Ficha de procesamiento del Consultorio N°2 de Dermatología de la cuarta semana	69
Tabla 17.Ficha de observación del Consultorio N°3 de Endocrinología de la primera semana	74
Tabla 18.Ficha de procesamiento del Consultorio N°3 de Endocrinología de la primera semana.....	75
Tabla 19.Ficha de observación del Consultorio N°3 de Endocrinología de la segunda semana	80
Tabla 20.Ficha de procesamiento del Consultorio N°3 de Endocrinología de la segunda semana.....	81
Tabla 21.Ficha de observación del Consultorio N°3 de Endocrinología de la tercera semana	86
Tabla 22.Ficha de procesamiento del Consultorio N°3 de Endocrinología de la tercera semana	87
Tabla 23.Ficha de observación del Consultorio N°3 de Endocrinología de la cuarta semana	92
Tabla 24.Ficha de procesamiento del Consultorio N°3 de Endocrinología de la cuarta semana	93
Tabla 25.Ficha de observación del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la primera semana.....	98
Tabla 26.Ficha de procesamiento del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la primera semana.....	99
Tabla 27.Ficha de observación del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la segunda semana.....	104
Tabla 28.Ficha de procesamiento del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la segunda semana.....	105

Tabla 29.Ficha de observación del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la tercera semana	110
Tabla 30.Ficha de procesamiento del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la tercera semana.....	111
Tabla 31.Ficha de observación del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la cuarta semana	116
Tabla 32.Ficha de procesamiento del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la cuarta semana.....	117
Tabla 33.Ficha de observación del Consultorio N° 5 de Infectología de la primera semana	122
Tabla 34.Ficha de procesamiento del Consultorio N°5 de Infectología de la primera semana	123
Tabla 35.Ficha de observación del Consultorio N° 5 de Infectología de la segunda semana	128
Tabla 36.Ficha de procesamiento del Consultorio N°5 de Infectología de la segunda semana	129
Tabla 37.Ficha de observación del Consultorio N° 5 de Infectología de la tercera semana..	134
Tabla 38.Ficha de procesamiento del Consultorio N°5 de Infectología de la tercera semana	135
Tabla 39.Ficha de observación del Consultorio N°5 de Infectología de la cuarta semana....	140
Tabla 40.Ficha de procesamiento del Consultorio N°5 de Infectología de la cuarta semana	141
Tabla 41.Ficha de observación del Consultorio N° 6 de Medicina Interna de la primera semana.....	146
Tabla 42.Ficha de procesamiento del Consultorio N°6 de Medicina Interna de la primera semana.....	147
Tabla 43.Ficha de observación del Consultorio N°6 de Medicina Interna de la segunda semana.....	152
Tabla 44.Ficha de procesamiento del Consultorio N°6 de Medicina Interna de la segunda semana.....	153
Tabla 45.Ficha de observación del Consultorio N° 6 de Medicina Interna de la tercera semana	157
Tabla 46.Ficha de procesamiento del Consultorio N°6 de Medicina Interna de la tercera semana.....	158
Tabla 47.Ficha de observación del Consultorio N° 6 de Medicina Interna de la cuarta semana	163
Tabla 48.Ficha de procesamiento del Consultorio N°6 de Medicina Interna de la cuarta semana.....	164
Tabla 49.Ficha de observación del Consultorio N°7 de Nefrología de la primera semana ...	169
Tabla 50.Ficha de procesamiento del Consultorio N°7 de Nefrología de la primera semana	170
Tabla 51.Ficha de observación del Consultorio N°7 de Nefrología de la segunda semana ..	174
Tabla 52.Ficha de procesamiento del Consultorio N°7 de Nefrología de la segunda semana	175
Tabla 53.Ficha de observación del Consultorio N°7 de Nefrología de la tercera semana	180
Tabla 54.Ficha de procesamiento del Consultorio N°7 de Nefrología de la tercera semana.	181
Tabla 55.Ficha de observación del Consultorio N° 7 de Nefrología de la cuarta semana.....	185
Tabla 56.Ficha de procesamiento del Consultorio N°7 de Nefrología de la cuarta semana..	186
Tabla 57.Ficha de observación del Consultorio N°8 de Neumología de la primera semana.	191
Tabla 58.Ficha de procesamiento del Consultorio N°8 de Neumología de la primera semana	192

Tabla 59.Ficha de observación del Consultorio N°8 de Neumología de la segunda semana	196
Tabla 60.Ficha de procesamiento del Consultorio N°8 de Neumología de la segunda semana	197
Tabla 61.Ficha de observación del Consultorio N°8 de Neumología de la tercera semana ..	202
Tabla 62.Ficha de procesamiento del Consultorio N°8 de Neumología de la tercera semana	203
Tabla 63.Ficha de observación del Consultorio N°8 de Neumología de la cuarta semana ...	207
Tabla 64.Ficha de procesamiento del Consultorio N°8 de Neumología de la cuarta semana	208
Tabla 65.Ficha de observación del Consultorio N°9 de Neurología de la primera semana ..	213
Tabla 66.Ficha de procesamiento del Consultorio N°9 de Neurología de la primera semana	214
Tabla 67.Ficha de observación del Consultorio N°9 de Neurología de la segunda semana..	219
Tabla 68.Ficha de procesamiento del Consultorio N°9 de Neurología de la segunda semana	220
Tabla 69.Ficha de observación del Consultorio N°9 de Neurología de la tercera semana	224
Tabla 70.Ficha de procesamiento del Consultorio N°9 de Neurología de la tercera semana	225
Tabla 71.Ficha de observación del Consultorio N°9 de Neurología de la cuarta semana	230
Tabla 72.Ficha de procesamiento del Consultorio N°9 de Neurología de la cuarta semana .	231
Tabla 73.Ficha de observación del Consultorio N° 10 de Psiquiatría de la primera semana	236
Tabla 74.Ficha de procesamiento del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la primera semana	237
Tabla 75.Ficha de observación del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la segunda semana.	241
Tabla 76.Ficha de procesamiento del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la segunda semana	242
Tabla 77.Ficha de observación del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la tercera semana...	247
Tabla 78.Ficha de procesamiento del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la tercera semana	248
Tabla 79.Ficha de observación del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la cuarta semana	252
Tabla 80.Ficha de procesamiento del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la cuarta semana	253
Tabla 81.Ficha de observación del Consultorio N° 11 de Reumatología de la primera semana	258
Tabla 82.Ficha de procesamiento del Consultorio N°11 de Reumatología de la primera semana.....	259
Tabla 83.Ficha de observación del Consultorio N°11 de Neurología de la segunda semana	263
Tabla 84.Ficha de procesamiento del Consultorio N°11 de Reumatología de la segunda semana.....	264
Tabla 85.Ficha de observación del Consultorio N°11 de reumatología de la tercera semana	269
Tabla 86.Ficha de procesamiento del Consultorio N°1 de Cardiología de la tercera semana	270
Tabla 87.Ficha de observación del Consultorio N°11 de reumatología de la cuarta semana	274
Tabla 88.Ficha de procesamiento del Consultorio N°11 de Reumatología de la cuarta semana	275

RESUMEN

La finalidad que tiene este estudio es evaluar el comportamiento de los tiempos de servicio y el tiempo entre llegadas según los modelos de líneas de espera a los pacientes atendidos en los 11 consultorios independientemente en la Unidad Productora de Servicios de Salud de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco en el mes de Setiembre del año 2019. El estudio se realizó mediante fichas observacionales registrándose la hora en la que llega, la hora en que se inicia el servicio de salud y la hora que sale del servicio de salud el paciente para luego ser analizadas mediante la técnica de teoría de colas seguidamente procesadas toda la información en el software R Project (V 3.6.2), Los resultados obtenidos por las cuatro semanas según la Prueba del Kolmogorov- Smirnov del p – valúe es mayor que 0.05 (p -valúe > 0.05). Por lo tanto, se concluye que el tiempo de servicio de atención y el tiempo entre llegadas a los pacientes en los 11 consultorios, los tiempos siguen una distribución exponencial y aplicando la técnica de la teoría de colas a los pacientes en cada consultorio se evalúa el modelo M/M/1 donde se determina la intensidad de tráfico $\rho < 1$ obteniendo que el sistema utilizado en el hospital es estable en cada uno. Contribuyendo este estudio en una información vital para la toma de decisiones dentro del Hospital Regional del Cusco tomando en consideración las políticas del hospital; que por paciente el tiempo de servicio de atención para cada paciente es un promedio de 15 minutos a lo que se debe dar cumplimiento para que no exista riesgo alguno de desestabilización del sistema de servicio, así mismo buscar la satisfacción de los pacientes. Palabras claves: tiempo de servicio, patrón de llegadas, cola, pacientes.

ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the behavior of service times and the time between arrivals according to the models of waiting lines for patients attended in the 11 clinics independently in the Health Services Production Unit of the Medical Specialty in the Regional Hospital of Cusco in the month of September of the year 2019. The study was carried out using observational records, recording the time when the patient arrives, the time the health service starts and the time the health service leaves the patient to then be analyzed using the queuing theory technique, after which all the information is processed in the R software (V 3.6.2). The results obtained for the four weeks according to the Kolmogorov-Smirnov test of the p-value is greater than 0.05 ($p\text{-value} > 0.05$). Therefore, it is concluded that the time of service of attention and the time between arrivals to the patients in the 11 offices, the times follow an exponential distribution and applying the technique of the queuing theory to the patients in each office, the M / M / 1 model where the intensity of traffic $\rho < 1$ is determined, obtaining that the system used in the hospital is stable in each one. Contributing this study in vital information for decision making within the Hospital taking into consideration the hospital policies; that per patient, the service time for each patient is an average of 15 minutes, which must be complied with so that there is no risk of destabilization of the service system, as well as seeking patient satisfaction.

Key words: service time, arrival pattern, queue, patients.

INTRODUCCIÓN

El tiempo que un paciente debe esperar para ser atendido tiene otra consecuencia. En ese sentido, mientras más espera un paciente en una cola para ser atendido mayor es el tiempo de inproductividad, el tiempo que cada paciente pierde haciendo colas son horas laborales que se gastan ineficientemente y por ende repercute en la economía y productividad del país.

Todos hemos experimentado en alguna ocasión la sensación de estar perdiendo el tiempo al esperar en una cola. El fenómeno de las colas no parece ser natural generalmente como usuarios no queremos esperar. Los gestores de prestar los diferentes servicios de atención, en algún momento sus capacidades de servicios son menores en relación a la demanda que se observa diariamente en la Unidad Productora de servicio de Salud de la Especialidad de Medicina.

El presente estudio de investigación persigue como objetivo encontrar el estado estable del sistema y determinar una capacidad de servicio apropiada que garantice un equilibrio entre el factor cuantitativo (referente a costos del sistema) y el factor cualitativo (referente a la satisfacción del cliente por el servicio) teniendo como resultado que los tiempos de servicio de atención y el tiempo entre llegadas se ajusta a la distribución probabilística exponencial.

Teniendo como tipo y nivel de investigación básica, descriptivo respectivamente.

El estudio consta de Capítulo I: Planteamiento del problema de investigación, Capítulo II: Marco teórico conceptual, capítulo III: Hipótesis y variable, Capítulo IV: Metodología y Capítulo V: Resultados de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación Problemática

La situación de salud en el Perú es bastante insatisfactoria e inícuca, comparada con países de similar o inclusive de menor desarrollo económico. Adicionalmente, la situación de la salud en el interior del país presenta limitaciones presupuestales, de infraestructura y de recursos humanos y falencias en la capacidad de respuesta por parte del gobierno frente al incremento de la demanda de la población usuaria.

El Departamento del Cusco, actualmente cuenta con 1 331 800 habitantes según CPI, agosto del 2017, presentando un crecimiento exponencial, respecto al área de salud, cuenta con tres Centros Hospitalarios, Centro de Salud, Postas Médicas y servicios de salud con diferentes especialidades. Entre estos centros se encuentra el Hospital Regional del Cusco, perteneciente al Ministerio de Salud (MINSA), el que se encuentra al servicio de la comunidad desde hace 48 años, tiempo en el cual ha prestado servicio de salud a la población de la región ininterrumpidamente.

El Hospital Regional del Cusco, presenta disconformidad por parte de los pacientes en la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa porque no presenta una planificación y gestión ordenada, concerniente a tiempos de llegadas y tiempos de servicio de atención a los pacientes, que habiendo perdido su tiempo un paciente en sacar un cupo del área de admisión y posteriormente en la fecha programada es otra pérdida de tiempo del servicio de atención por un especialista de consultorio; ya que los pacientes esperan desde que llegan, seguidamente siguen esperando hasta que son llamados por un encargado de enfermería según el orden de llegada. Además de las veces que algunos médicos cambian la programación sin previo aviso o cancelan la atención de manera intempestiva, generando malestar e insatisfacción en los usuarios externos, así mismo se genera un malestar por parte de los pacientes al no encontrar un espacio donde formular las quejas y recibir solución a las mismas ni tampoco quien brinde información oportuna cuando lo requieran, a estas limitaciones se debe agregar factores la ausencia de criterios para un adecuado control y optimización de tiempo del servicio de atención a los pacientes. A pesar que la oficina de administración pese a los

esfuerzos, presenta serias limitaciones en capacidades humanas, logísticas, económicas financieras para poder cumplir a cabalidad todas sus funciones básicas respecto al servicio de atención a los pacientes, optimización y control de tiempo de servicio de atención para lograr la satisfacción de los pacientes.

En consecuencia, considerando que el tiempo de espera en una cola determinada, muchas veces, el nivel de satisfacción de los pacientes con respecto al servicio prestado, este al encontrarse en una situación de espera, puede llegar a sentir que está perdiendo tiempo que podría usarse en actividades productivas y se genera una percepción negativa sobre la calidad de atención en el Hospital. Es necesario realizar un estudio del comportamiento de los tiempos de servicios de atención y tiempo entre llegadas del paciente, para determinar el tiempo que un paciente espera para ser atendido en consultorio, en base a estos datos analizamos y aplicamos los resultados del Software R Project (V 3.6.2) que permita una propuesta para mejorar las políticas en planificación y gestión del Hospital, así mismo, mantener al paciente aguardando a ser atendido por un tiempo razonable.

1.2 Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el comportamiento de los tiempos de servicio y el tiempo entre llegadas según los modelos de línea de espera de los pacientes atendidos en la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la distribución probabilística de los tiempos de servicio de atención de los pacientes en la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019?
- b) ¿Cuál es el tiempo entre llegadas de la distribución de probabilidad de los pacientes a la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación teórica

La presente investigación está basada en la aplicación de la Teoría de Colas, pues permite medir el tiempo esperado en la cola, sistema y el número esperado de pacientes en la cola y el sistema.

1.3.2. Justificación práctica

La aplicación del Modelo de Teoría de Colas adecuado a las características y necesidades del Hospital Regional del Cusco, busca mejorar el servicio de atención en el tiempo de espera al paciente en la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.

1.3.3. Justificación metodológica

Esta investigación es de tipo aplicativo, buscaremos determinar estadísticamente el tiempo de espera de un paciente para recibir atenciones y el tiempo promedio total en el sistema. A la vez conocer la situación del servicio de atención de los pacientes en la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento de los tiempos de servicio y el tiempo entre llegadas según los modelos de línea de espera de los pacientes atendidos en la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Describir la distribución probabilística de los tiempos de servicio de atención de los pacientes en la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019.
- b) Describir el tiempo entre llegadas de la distribución de probabilidad de los pacientes en la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Bases teóricas

2.1.1 Teoría de Colas

La teoría de colas es una disciplina, dentro de la Investigación Operativa, que tiene por objeto el estudio y análisis de situaciones en las que existen entes que demandan cierto servicio, de tal forma que dicho servicio no puede ser satisfecho instantáneamente, por lo cual se provocan esperas. (Ricardo, 2002, pág. 113).

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 líneas de espera (sistemas que involucran colas de algún tipo) que surgen en la práctica. Las fórmulas de cada modelo indican cual debe ser el desempeño del sistema correspondiente y señalan la cantidad promedio de espera que ocurrirá en diversas circunstancias (Hillier & Lieberman, 2010, pág. 708)

2.1.2. Objetivos de la teoría de colas

Como objetivos principales de la teoría de colas destacan (Diaz Fernandez, 2006, pág. 5):

- Identificar el nivel óptimo de capacidad del sistema que minimiza el coste del mismo.
- Evaluar el impacto que las posibles alternativas de modificación de la capacidad del sistema tendrían en el coste total del mismo.
- Establecer un balance equilibrado (“óptimo”) entre las consideraciones cuantitativas de costes y las cualitativas de servicio.
- Prestar atención al tiempo de permanencia en el sistema o en la cola de espera.

2.1.3. Estructura Básica de los Modelos de Colas

2.1.3.1. Proceso básico de colas

El proceso básico supuesto por la mayoría de los modelos de colas es el siguiente. Los clientes que requieren un servicio se generan en el tiempo en una fuente de entrada. Luego, entran al sistema y se unen a una cola. En determinado momento se selecciona un miembro de la cola para proporcionarle el servicio mediante alguna regla conocida como disciplina de la cola. Se lleva a cabo el servicio que el cliente requiere mediante un mecanismo de servicio, y después el cliente sale del sistema de colas. En la figura 1 se describe este proceso (Hillier & Lieberman, 2010, pág. 709).

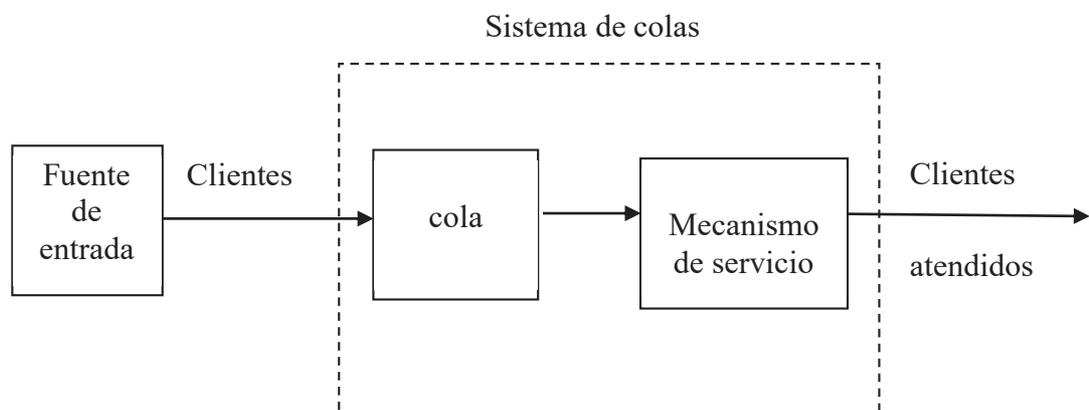


Figura 2.1. Proceso básico de colas

A. Fuente de entrada o población potencial

Es un conjunto de individuos (no necesariamente seres vivos) que pueden llegar a solicitar el servicio en cuestión. Podemos considerar finita o infinita. Aunque en el caso de infinitud no es realista. Si permite resolver de forma más sencilla muchas situaciones en las que, en realidad, la población es finita pero muy grande. Dicha suposición de infinitud no resulta restrictiva cuando, aun siendo finita la población potencial, su número de elementos es tan grande que el número de individuos que ya están solicitando el citado servicio prácticamente no afecta a la frecuencia con la que la población potencial genera nuevas peticiones de servicio. (Ricardo, 2002, pág. 129)

B. Clientes

Es todo individuo de la población potencial que solicita servicio. Suponiendo que los tiempos de llegada de clientes consecutivos son $0 < t_1 < t_2 < \dots$, será importante conocer el patrón de probabilidad según el cual la fuente de entrada genera clientes. Lo más habitual es tomar como referencia los tiempos entre llegadas de dos clientes consecutivos : $\tau_k = t_k - t_{k-1}$, fijando su función de probabilidad. Normalmente cuando la población potencial es infinita se supone que la distribución de probabilidad de los τ_k (que será la llamada distribución de los tiempos entre llegadas) no depende del número de clientes que estén en espera de completar su servicio. (Ricardo, 2002, pág. 130)

C. Cola

Es el conjunto de clientes que hacen espera, es decir los clientes que ya han solicitado el servicio pero que aún no han pasado el mecanismo de servicio. (Ricardo, 2002, pág. 131)

D. Disciplina de la cola

Es el modo en el que los clientes son seleccionados para ser servidos. Las disciplinas más habituales son.

1. 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.
2. La disciplina LIFO (last in first out), también conocida como LCFS (last come first served): Que consiste en atender primero al cliente que ha llegado último.
3. La RSS (random selection of service), o SIRO (service in random order): que se selecciona a los clientes de forma aleatoria.
4. La disciplina RR (round robin): Según la cual se le 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 (Ricardo, 2002, pág. 130).

E. Mecanismo de servicio

Es el procedimiento por el cual se da el servicio a los clientes que lo solicitan. Para determinar totalmente el mecanismo de servicio debemos conocer el número de servidores de dicho mecanismo (si dicho número fuese aleatorio, la distribución de probabilidad del mismo) y la distribución de probabilidad del tiempo que le lleva a cada servidor dar un servicio. En caso de que los servidores tengan distinta destreza para dar servicio se debe especificar la distribución del tiempo de servicio para cada uno. (Ricardo, 2002, pág. 131)

El tiempo que transcurre desde el inicio del servicio para un cliente hasta su terminación en una estación se llama tiempo de servicio (o duración del servicio). (Hillier & Lieberman, 2010, pág. 710)

F. Sistema de colas

Es el conjunto formado por la cola y el mecanismo de servicio, junto con la disciplina de la cola, que es lo que nos indica el criterio de que cliente de la cola elegir para pasar al mecanismo de servicio. (Ricardo, 2002, pág. 131)

2.1.4. Terminología

Utilizaremos las herramientas probabilísticas de los procesos de nacimiento y muerte para el estudio de colas con distribución de tiempo entre llegadas y distribución del tiempo de servicio exponencial. Fijaremos la notación que vamos a usar:

$N(t)$: Denota el número de clientes en el sistema de colas en el tiempo t .

$N_q(t)$: Representa el número de clientes en la cola en el instante t .

$P_n(t)$: Es la probabilidad de que en el instante t , se encuentren n clientes en el sistema.

s : Denota el número de servidores del mecanismo de servicio.

λ_n : Representa el número medio de llegadas de clientes al sistema, por unidad de tiempo, cuando ya hay n clientes en él. También se denomina tasa de llegadas (que se correspondería con la tasa de nacimientos si $N(t)$ es un proceso de nacimiento y muerte). Cuando las tasas de llegadas no dependen de n (es decir todos λ_n son constantes) suele denotarse λ dicho valor constante.

μ_n : Es el número medio de clientes a los que se les completa el servicio, por unidad de tiempo, cuando hay n clientes en el sistema. Si todos los servidores tienen la misma distribución del tiempo de servicio, suele denotarse por μ el número medio de clientes que pueden atender cada servidor por unidad de tiempo. Como consecuencia se tiene que $\mu_n = n\mu$, si $n = 1, 2, \dots, s$ y $\mu_n = s\mu$, para $n \geq s$

ρ : Es la llamada constante de utilización del sistema o intensidad de tráfico. Se define, como $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$

Cuando los λ_n son constantes y todos los servidores tienen la misma distribución de tiempo de servicio, λ es el número de clientes que entran en el sistema y $s\mu$ es el número medio de clientes a los que puede dar el servicio los s servidores cuando todos están ocupados. En estas condiciones, ρ representa la fracción de recursos del sistema que es consumida por los clientes. Así intuitivamente, parece necesario que se cumpla, en estos casos, que $\rho < 1$ y además cuando más cercano a 1 que sea ρ , más tráfico ha de soportar el sistema (o menos tiempo libre tendrán los servidores, o más espera habrán de sufrir los clientes, como se quiera expresar). Aunque es evidente que ρ no tiene unidades, es habitual medir la intensidad de tráfico en Erlangs. Si $\rho > 1$, la cola nunca se asienta y el número de clientes en la cola siempre aumenta, tendiendo a ∞ , si $\rho = 1$ el sistema tampoco se estabilizará, pero si $\rho < 1$, entonces el sistema se acabará estabilizando.

Los modelos de las colas que abordaremos son todos estacionarios. En tales condiciones tiene perfecto sentido definir lo siguiente:

N : Es la variable aleatoria que contabiliza el número de clientes en el sistema.

N_q : Denota la variable aleatoria número de clientes en la cola.

P_n : Es la probabilidad de que se encuentre n clientes en el sistema ($n=0, 1, 2, \dots$).

L : Representa el número medio de clientes en el sistema, es decir $L = E(N)$.

L_q : Es el número medio de clientes en la cola, o lo que es lo mismo, $L_q = E(N_q)$.

\mathcal{W} : Es la variable aleatoria que describe el tiempo que un cliente pasa en el sistema.

\mathcal{W}_q : Representa el tiempo que un cliente espera en la cola.

W : Es el tiempo medio que un cliente está en el sistema o simplemente $W = E(\mathcal{W})$.

W_q : Denota el tiempo medio de espera en la cola para un cliente, es decir $W_q = E(\mathcal{W}_q)$

- Notación de Kendall – Lee para los sistemas de líneas de espera

Kendall (1951) diseñó la notación siguiente para presentar dichos sistemas de líneas de espera. Cada sistema de líneas de espera se describe mediante seis características: (Winston, 2005, pág. 1060).

$$A=1/B=2/s=3/K=4/H=5/Z=6$$

A=1: La primera característica especifica la naturaleza del proceso de llegada. Se utilizan las abreviaturas estándar siguientes:

M=Los tiempos entre llegadas son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas (iid) cuya distribución es exponencial.

D= Los tiempos entre llegadas son iid y deterministas

E_k=Los tiempos entre llegadas son Erlangs iid con parámetro de forma *k*.

GI=Los tiempos entre llegadas son iid y están regidos por alguna distribución general.

B=2: La segunda característica especifica la naturaleza de los tiempos de servicio:

M=Los tiempos de servicio son iid y están distribuidos exponencialmente.

D= Los tiempos de servicio son iid y deterministas

E_k=Los tiempos de servicio son Erlangs iid con parámetro de forma *k*.

G=Los tiempos de servicio son iid y están regidos por alguna distribución general.

s=3: La tercera característica es la cantidad de servidores. Puede ser un número positivo ($s = 1, 2, \dots$) o bien $s = \infty$

K=4: La cuarta característica especifica el número máximo admisible de clientes en el sistema (incluidos los clientes que están esperando y los que están en servicio).

H=5: La quinta característica da el tamaño de la población de donde se extraen los clientes.

Z=6: La sexta característica es la disciplina de las colas: La disciplina FIFO, LIFO, RSS y RR.

2.1.4.1.Fórmulas de Little

En los modelos con distribución del tiempo entre llegadas y distribución del servicio exponencial se verifican ciertas fórmulas que relacionan los números medios de clientes, en el sistema o en la cola, con los tiempos de un cliente en el sistema o en la cola. Estas son llamadas fórmulas de Little.

Cuando las tasas de llegadas son constantes (es decir $\lambda_n = \lambda$ para todo $n=0,1,\dots$), la primera formula de Little establece la igualdad:

$$L = \lambda W$$

Mientras la segunda se expresa mediante

$$L_q = \lambda W_q$$

Una forma intuitiva de entender el porqué de la validez de las fórmulas de Little es la siguiente. Considérese un cliente que llega al sistema justo ahora. Después de un tiempo, cuya media es W , ese cliente saldrá servido del sistema.

Como el número medio de clientes que llega al sistema por unidad de tiempo es λ , el numero medio de clientes que habran llegado desde que nuestro cliente en cuestión entro en el sistema hasta que salió de el es λW . Por otra parte, es obvio que dicho número medio de clientes es precisamente el número medio de clientes que hay en el sistema justo en el momento que sale del sistema nuestro cliente particular decir, L . Un razonamiento análogo es válido para la segunda fórmula de Little.

Otra expresión general que se aplica a los modelos de línea de espera es que el tiempo promedio en el sistema, W , es igual al tiempo promedio en la cola, W_q mas el tiempo promedio que tarda en ser servido ($\frac{1}{\mu}$). Así tenemos la relación general:

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

2.1.5. Modelos con tasas de llegada y servicio de tipo Poisson

Los modelos para el sistema de una cola en la que supone que la distribución del tiempo entre llegadas y la del tiempo de servicio son exponenciales. Concretamente nos enfocaremos en el modelo M/M/1.

2.1.5.1. Modelo M/M/1

Como su nombre indica es aquel en el que la distribución del tiempo entre dos llegadas consecutivas de clientes al sistema es una $\exp(\lambda)$, independientemente del número de clientes que haya dentro del mismo, la distribución del tiempo de servicio es $\exp(\mu)$ y solo hay un servidor. Los valores por defecto de los tres últimos parámetros indican que no hay restricciones respecto al número de clientes que pueden estar en la cola, que la población potencial es infinita (de ahí que la distribución del tiempo entre llegadas sea la misma exponencial) y la disciplina de la cola es FIFO.

Teniendo en cuenta todo esto, resulta inmediato deducir las tasas de llegada

$$\lambda_n = \lambda, \text{ para todo } n = 0, 1, \dots$$

y las tasas de servicio

$$\mu_n = \mu, \text{ para todo } n = 1, 2, \dots$$

Como consecuencia se tiene que

$$C_n = \frac{\lambda_{n-1} \lambda_{n-2} \dots \lambda_0}{\mu_n \mu_{n-1} \dots \mu_1} = \frac{\lambda^n}{\mu^n} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n = \rho^n, \text{ para } n = 1, 2, \dots$$

Como $\sum_{n=1}^{\infty} C_n = \sum_{n=1}^{\infty} \rho^n$ es una serie geométrica, será convergente si y solo si $|\rho| < 1$, que dado que $\rho > 0$, equivale a $\rho < 1$. Esta condición, $\rho < 1$, es por tanto equivalente a que el modelo sea estacionario. Otra forma de expresarla es $\lambda < \mu$, que tiene la interpretación adicional de que el número medio de clientes que entra en el sistema por unidad de tiempo sea menor que el número medio de clientes que podrían ser atendidos por el servidor por unidad de tiempo.

En lo que sigue supondremos que el sistema de cola es estacionario (es decir $\rho < 1$).

Lo primero que debemos calcular es la suma de la serie de la C_n :

$$\sum_{n=1}^{\infty} C_n = \sum_{n=1}^{\infty} \rho^n = \frac{\rho}{1 - \rho}$$

y, por lo tanto

$$p_0 = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n} = \frac{1}{\frac{\rho}{1-\rho}} = 1 - \rho$$

Además, para cualquier $n \geq 1$, se tiene que $p_n = C_n \cdot p_0 = (1 - \rho)\rho^n$ (valiendo esta fórmula final incluso para $n = 0$). Así pues la masa de probabilidad de la variable “número de clientes en el sistema” es

$$P(N = n) = p_n = (1 - \rho)\rho^n, n = 0, 1, 2, \dots$$

y así, N tiene distribución geométrica de parámetro $1 - \rho$ (probabilidad de éxito, entendiendo la geométrica como el número de fracasos antes del primer éxito). Suponiendo conocida la fórmula para la media de la distribución geométrica, se calcularía de forma inmediata el valor de $L = E(N)$. También podemos hacer el cálculo directamente:

$$L = E(N) = \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot p_n = \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot (1 - \rho)\rho^n = (1 - \rho)\rho \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot \rho^{n-1}$$

Esta última serie es del tipo que suele denominar convertible en geométrica.

$$\sum_{n=1}^{\infty} n \cdot x^{n-1} = \frac{1}{(1-x)^2}$$

De este modo, en particular

$$\sum_{n=1}^{\infty} n \cdot \rho^{n-1} = \frac{1}{(1-\rho)^2}$$

y, por tanto,

$$L = (1 - \rho)\rho \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot \rho^{n-1} = (1 - \rho)\rho \cdot \frac{1}{(1-\rho)^2} = \frac{\rho}{1-\rho} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Se trata, pues, de una función de ρ con una asíntota vertical en $\rho \rightarrow 1^-$

Aunque L_q puede calcularse de forma similar, también puede obtenerse a partir de L ,

$$\begin{aligned} L_q = E(N_q) &= \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot P(N_q = n) = \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot P(N = n) \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot P(N = n + 1) = \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot p_{n+1} = \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot p_{n+1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \sum_{m=1}^{\infty} (m-1) \cdot p_m = \sum_{m=1}^{\infty} m \cdot p_m - \sum_{m=1}^{\infty} p_m \\
&= \sum_{m=0}^{\infty} m \cdot p_m - (1 - p_0) = L - (1 - p_0).
\end{aligned}$$

En nuestro caso, de esta fórmula se deduce

$$L_q = L - (1 - p_0) = \frac{\rho}{1 - \rho} - (1 - (1 - \rho)) = \frac{\rho}{1 - \rho} - \rho = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Aplicando la fórmula de Little pueden obtenerse expresiones para W y W_q :

$$W = \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{\mu - \lambda}, \quad W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

2.1.6. Distribuciones de probabilidades

Las fuentes de variación en los problemas de fila de espera provienen del carácter aleatorio de la llegada de clientes y de las variaciones que se registran en los tiempos requeridos para proporcionar el servicio. cada una de estas fuentes se describe mediante una distribución de probabilidades (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 295).

A. Distribuciones de llegadas

La llegada de clientes a las instalaciones de servicio es aleatoria. La variabilidad en los intervalos de llegada de los clientes a menudo se describe por medio de una distribución de Poisson, que especifica la probabilidad de que n clientes lleguen en T periodos de tiempo.

$$P(n) = \frac{(\lambda T)^n e^{-\lambda T}}{n!} \quad \text{para } n = 0, 1, 2, \dots$$

Donde:

$P(n)$ = Probabilidad de n llegadas en T periodos de tiempo

λ = Numero promedio de llegadas de clientes por periodo

$e = 2.7183$

La media de la distribución de Poisson es λT , y la varianza es λT . La distribución de poisson es una distribución es discreta; es decir, las probabilidades corresponden a un

número específico de llegadas por unidad de tiempo. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 296)

Otra forma de especificar la distribución de las llegadas consiste en hacerlo en términos de tiempo entre llegadas de clientes; es decir, el tiempo que transcurre entre la llegada de dos clientes sucesivos. Si la población de clientes los genera de acuerdo con una distribución de Poisson, la distribución exponencial describe la probabilidad de que el próximo cliente llegue durante los siguientes T periodos de tiempo. En virtud de que la distribución exponencial también describe los tiempos de servicio.

B. Distribución del tiempo de servicio

La distribución exponencial describe la probabilidad de que el tiempo de servicio del cliente en una instalación determinada no sea mayor que T periodos de tiempo. La probabilidad puede calcularse:

$$P(t \leq T) = 1 - e^{-\mu T}$$

Donde:

μ =Número promedio de clientes que completan el servicio por periodo

t =tiempo de servicio del cliente

T =tiempo de servicio objetivo

La media de la distribución del tiempo de servicio es $\frac{1}{\mu}$, y la varianza es $(\frac{1}{\mu})^2$. A medida que T se incrementa, la probabilidad de que el tiempo de servicio del cliente sea mayor que T se va aproximando a 1 (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 296)

2.1.7. Prueba de bondad de ajuste

La prueba de bondad de ajuste consiste en determinar si una población tiene una distribución teórica o hipotética específica a partir de los resultados de una muestra aleatoria escogida de la población.

La hipótesis nula en una prueba de bondad de ajuste consiste en afirmar que la distribución de frecuencias observadas concuerda con el modelo de probabilidad esperado de las frecuencias en un conjunto de clases o categorías.

La distribución de probabilidad teórica o esperada puede referirse a la distribución uniforme, binomial, poisson, exponencial, normal, etc.

Supongamos que un experimento produce k eventos mutuamente excluyentes: E_1, E_2, \dots, E_k (llamado también clase o categorías) y que la probabilidad de que ocurra el evento E_i sea p_i , donde:

$$\text{para cada } i \text{ es: } p_i > 0, \text{ y } \sum_{i=1}^k p_i$$

Supongamos también que se repite n veces el experimento aleatorio y sean X_i el número de veces que ocurre el evento E_i . Cada X_i es una variable aleatoria cuyo valor x_i es la frecuencia observada en la i -ésima clase. El conjunto de valores observados constituye la muestra aleatoria de tamaño n cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla :

Categorías	E_1	E_2	$E_3 \dots E_k$	Total
Frecuencias observadas	x_1	x_2	$x_3 \dots x_k$	n

En 1900, Karl Pearson ha demostrado que cuando:

$$Z_i = \frac{X_i - np_i}{\sqrt{np_i}}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, k$$

Y cuando n tiende al infinito, la variable aleatoria:

$$W = \sum_{i=1}^k Z_i^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(X_i - np_i)^2}{np_i}$$

Se ha aproximado a una chi-cuadrado con $k-1$ grados de libertad.

Es conveniente simbolizar esta aproximación por:

$$W = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$$

En donde, O_i es la frecuencia observada X_i y e_i es la frecuencia esperada np_i

La prueba

Las hipótesis nula y alternativa de la prueba de bondad de ajuste son respectivamente:

H_0 : La distribución de frecuencias de la muestra concuerda con la distribución teórica (o hipotética) propuesta

H_1 : La distribución de frecuencias de la muestra no concuerda con la distribución teórica

Las frecuencias esperadas e_i se calculan a partir de la distribución teórica que se propone en la hipótesis nula H_0 . Para que exista una buena aproximación a la distribución chi-cuadrado debemos establecer que todas las frecuencias esperadas deben ser no menos de 5. Cuando alguna clase tiene frecuencia esperada menor que 5 se agrupan dos o más clases adyacentes en una sola de manera que la frecuencia esperada sea mayor o igual que 5. Esto implica la reducción de los grados de libertad. Con las frecuencias observadas O_i y las frecuencias esperadas e_i , se calcula la estadística.

$$\chi^2_{cal} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$$

En donde k es el número de clases que resultan con frecuencias esperadas mayores o iguales que 5.

Dado el nivel de significancia α y para $k-1$ grados de libertad, en la tabla chi-cuadrado se halla el número $c = \chi^2_{k-1, 1-\alpha}$ que viene a ser el valor crítico de la región crítica de la prueba de hipótesis nula H_0 en la distribución de $W \sim \chi^2_{k-1}$ es el intervalo abierto $R. C. =]c, +\infty[$

La regla de decisión para esta prueba es: Rechazar H_0 si $\chi^2_{cal} > c$, en caso contrario, se aceptará o al menos no se rechazará H_0 .

Si para calcular las frecuencias esperadas e_i se deben estimar m parámetros de la distribución teórica a partir de la distribución muestral, entonces, el número de grados de libertad es: $k-1-m$. (Cordova Zamora, 2006, pág. 181).

2.1.7.1. Prueba de Kolmogorov – Smirnov

La prueba de Kolmogorov – Smirnov es la contraparte de la distribución ji cuadrada, para el caso de bondad de ajuste en las pruebas paramétricas, ya que se desea probar que no hay diferencia en la distribución de las frecuencias observadas ni en la distribución de las frecuencias teóricas, esperadas o estimadas. Esto es, lo que interesa es el grado de ajuste entre la distribución de un conjunto de valores de la muestra, que son los puntajes observados, y alguna distribución teórica específica. Asimismo, establece si razonablemente se logra plantear que los puntajes en la muestra provengan de una población con la distribución teórica a probar.

El estadístico de la prueba no paramétrica de Kolmogorov – Smirnov tiene una distribución de probabilidad que depende del tamaño de la muestra “n” y será denotado como D_{ks} . Más aun, la distribución D_{ks} es independiente de la distribución de frecuencias teóricas o esperadas, por lo que este se utiliza cuando se desea ver cuánto se acerca la distribución de frecuencias observadas a la distribución de frecuencias teóricas.

Al aplicar la prueba de Kolmogorov – Smirnov hacemos uso de la distribución de frecuencias acumuladas relativas para cada muestra de frecuencias, como son las observadas ($f_{o_{ar}}$) y las estimadas ($f_{e_{ar}}$).

Procedimiento de la prueba

Ordenar los datos en forma creciente con sus respectivas frecuencias observadas. Indicar al lado de cada valor las frecuencias teóricas correspondientes a la descripción del comportamiento que se desea probar sigue la información de la muestra, ya que es lo que se desea ajustar del problema a resolver.

El valor de la prueba de esta teoría de Kolmogorov – Smirnov se establece o define como la máxima desviación absoluta entre la frecuencia esperada acumulada relativa y la frecuencia observada acumulada relativa. En lenguaje simbólico, se establecería la expresión siguiente:

$$D_{ks} = \text{Maxima} |f_{e_{ar}} - f_{o_{ar}}|$$

Donde $f_{e_{ar}}$ es la frecuencia esperada, o teórica acumulada relativa, y $f_{o_{ar}}$ es la frecuencia observada acumulada relativa, es decir, es el punto en el que las dos distribuciones, la teórica y la observada, muestran la mayor divergencia.

El comportamiento de esta prueba va de acuerdo con la distribución que se desea probar, misma que siguen los datos recopilados en una sola muestra.

Establecimiento del nivel de significancia para obtener el valor crítico D_c con tablas correspondientes a una prueba de Kolmogorov – Smirnov para una muestra (Aragon Salgado, 2016, pág. 554).

2.2. Marco conceptual (palabras clave)

2.2.1. Línea de espera

Las líneas de espera tratan de cuantificar el fenómeno de esperar formando colas, mediante medidas representativas de eficiencia, como la longitud promedio de la cola, el tiempo promedio de espera en ella, y la utilización promedio de las instalaciones (Taha, 2004, pág. 579)

2.2.2. Patrón de llegadas

El patrón de llegadas de los clientes generalmente está especificado por el tiempo entre llegadas, que es el tiempo que transcurre entre la llegada de un cliente a otro al sistema que ofrece el servicio. Es importante indicar que a veces los clientes prefieren no esperar en la cola para recibir el servicio y es cuando observamos dos casos, el rechazo y el abandono, el primero ocurre cuando el cliente observa una cola demasiado grande o larga y prefiere no ingresar a ella, el segundo caso se presenta cuando un usuario se encuentra en la cola, pero prefiere dejarla (García Sabater, 2016, pág. 8)

2.2.3. Tiempo de servicio

El tiempo de servicio es el tiempo que un cliente emplea en la instalación de servicio una vez que se ha iniciado. (Anderson, Sweeney, Williams, & Camm, 2011, pág. 659)

2.2.4. Teoría de colas

La teoría de colas proporciona un gran número de modelos para el análisis matemático de los fenómenos de las líneas de espera o colas. Las colas ocurren con frecuencia cuando una serie de clientes solicitan un servicio, teniendo el servicio y la llegada de los clientes en una situación de tipo probabilístico (Rincon abril, 2001, pág. 177)

2.2.5. Paciente

Es todo individuo de la población potencial que solicita el servicio de atención en el Hospital Regional del Cusco, para ser atendido. Persona que padece física y corporalmente, y especialmente quien se halla bajo atención médica.

2.3. Antecedentes empíricos de la investigación

1. Fredy A.G. (2008) cuya tesis titulado “*Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera: herramienta para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente*” de la Universidad Nacional de Colombia, las conclusiones del estudio fueron:
 - a) El planteamiento que se utilizó para el estudio de la línea de esperas, sirve como plataforma o modelo para realizar trabajos posteriores que relacionen las mismas variables de entrada y de respuesta. También, con el objetivo de obtener razones cuantitativas para la toma de decisiones, se puede recurrir a esta metodología si se desea llevar a cabo más adelante una investigación donde se sospeche que las características en el sistema de colas inicialmente encontradas han cambiado.
 - b) Los modelos cuantitativos aplicados en este trabajo son muy adecuados como soporte para la toma de decisiones, ayudando al mejoramiento de los procesos de atención al cliente. De este modo se convierten en una vía para la obtención de ventajas competitivas de empresas prestadoras de servicios, donde el ambiente que rodea la entrega del producto es el que genera el valor agregado que perciben los clientes.
 - c) Las colas que se presentan en el transcurso de los procesos de atención al usuario, indudablemente, tienen un modus operandi dependiendo de los días y las horas en que ocurre el evento; es deber de las empresas, pues, obtener el modelo de dicho comportamiento para adecuar su sistema de atención. En caso contrario o si se hace caso omiso a dicho modus operandi, las empresas desperdiciarán recursos valiosos, disminuyendo la eficiencia global de la empresa. En nuestro caso, para el grupo 1 se determinó que, utilizando 3 promotores, en promedio los clientes estarán 30 minutos en promedio desde que entran a la agencia hasta que la abandonan, permitiendo aumentar la eficiencia de utilización de los recursos de la agencia, esto siempre y cuando los supuestos del modelo permanezcan constantes.

2. Lorena M.A.(2012) cuyo tesis titulado “*Propuesta de reducción del tiempo de atención al cliente en el servicio de farmacia de una clínica particular*” de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas las conclusiones del estudio fueron:
- a) La empresa cuenta con un crecimiento anual de atenciones ambulatorias de casi 7%, teniendo como mayor presencia de pacientes en los meses de marzo, agosto y octubre. Por ello, se debe de tener en cuenta estos meses pico para establecer estrategias de atención y así mantener el mismo nivel de servicio.
 - b) La empresa tiene como objetivo primordial el de lograr la acreditación de la Joint Commission para inicios del 2013 (organización que se encarga de acreditar las empresas del sector salud a nivel mundial); para esto, se debe de enfocar en aquellas áreas que aún requieren de mejores procesos, tal como el área de farmacia, ya que una de las mayores observaciones que se tuvo en un previo análisis de la JC fue que esta área es la que más problemas presenta, lo que se ve reflejado en la baja satisfacción de los clientes con este servicio.
 - c) Se tiene que, aproximadamente, solo un 66% de los clientes que acuden al servicio de farmacia están satisfechos con este, por lo que se deben de tomar las medidas respectivas para que este porcentaje aumente a un 80% u 85%, porcentaje que la empresa fija como aceptable.

CAPÍTULO III

HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

Los tiempos de servicio de atención y tiempo entre llegadas según los modelos de línea de espera a los pacientes atendidos en la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco siguen una distribución probabilística Exponencial.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- a) La distribución probabilística de los tiempos de servicio de atención al paciente en la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco si proporciona una distribución probabilística Exponencial.
- b) El tiempo entre llegadas de la distribución de probabilidad en los pacientes a la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco si proporciona una distribución probabilística de Exponencial.

3.2. Identificación de variables

3.2.1. Variable de estudio

Tiempo de servicio y patrón de llegadas

3.3. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
Tiempo de servicio (El tiempo de servicio es el tiempo que un cliente emplea en la instalación de servicio una vez que se ha iniciado)	Fuente de entrada / población potencial que son atendidos	Número de pacientes que son atendidos
	Mecanismo de servicio	Numero de servidores
Patrón de llegadas (El patrón de llegadas de los clientes generalmente está especificado por el tiempo entre llegadas, que es el tiempo que transcurre entre la llegada de un cliente a otro al sistema que ofrece el servicio)	Fuente de entrada / población potencial en cola que esperan ser atendidos	Número total de pacientes que están esperando el servicio Orden en la cola Prioridades de atención
	Distribución de tiempo de llegadas entre un paciente y otro	Tiempo entre llegadas a la cola de pacientes

CAPITULO IV METODOLOGÍA

4.1. Ámbito de estudio: localización política y geográfica

El ámbito de estudio del presente trabajo de investigación denominado “**ANÁLISIS DEL TIEMPO DE SERVICIO Y PATRÓN DE LLEGADAS SEGÚN LA TEORÍA DE COLAS DE LOS PACIENTES DE LA UNIDAD PRODUCTORA DE SERVICIOS DE SALUD DE CONSULTA EXTERNA DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA EN EL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO, 2019.**” en el Hospital Regional del Cusco que es un órgano desconcentrado de la Dirección Regional de salud del Cusco. Teniendo como domicilio legal la Av. De la Cultura s/n del Distrito del Cusco, Provincia del Cusco, Región del Cusco.

4.2. Tipo y nivel de investigación

La presente investigación es de tipo básica cuyo propósito es ampliar y profundizar los conocimientos científicos. La metodología considera un nivel descriptivo de tal manera que se pretende referir sobre las características, cualidades internas y externas, propiedades y rasgos de los hechos y fenómenos de la realidad, en un momento y tiempo histórico concreto y determinado. (Díaz S., 2006, pág. 42)

4.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis son los pacientes que llegan y esperan para ser atendidos en la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019.

4.4. Población de estudio

La población de estudio está constituida por todos los pacientes atendidos de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019.

4.5. Tamaño de muestra

Para el tamaño de muestra de los pacientes de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019., se recurrió a la técnica de muestreo no probabilístico.

4.6. Técnicas de selección de muestra

Para la técnica de selección de muestra se recurre al muestreo de tipo no probabilística por conveniencia, a razón que se selecciona una parte la población, aquellos que son accesibles, que acepten ser incluidos por el investigador. Esto fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador (Otzen & Manterola, 2017, pág. 230). La muestra considera es:

Especialidad de Medicina		Mes de setiembre				Total
N°	Consultorio	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	
1	Cardiología	12	16	17	17	62
2	Dermatología	17	17	15	19	68
3	Endocrinología	16	15	18	18	67
4	Gastroenterología	22	23	24	18	87
5	Infecto logia	18	19	20	20	77
6	Medicina interna	18	17	17	18	70
7	Nefrología	20	13	20	14	67
8	Neumología	17	17	17	17	68
9	Neurología	18	17	18	20	73
10	Psiquiatría	13	16	12	13	54
11	Reumatología	16	16	16	16	64
Total						757

4.7. Técnicas de recolección de información

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron una serie de herramientas que permitieron el levantamiento y la recopilación de la información necesaria para cumplir con los objetivos planteados.

4.7.1. Técnica de la observación

La observación implica el uso sistemático de nuestros sentidos de esta manera se recaban los datos a través de la percepción visual, pues observamos directamente el llenado de los documentos, la ejecución de los procesos, con el propósito de obtener los datos que previamente han sido definidos de interés para la investigación. Se realizó varias visitas a la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa de la especialidad de medicina del Hospital Regional del Cusco, con la finalidad de recoger información sobre los tiempos de llegadas y tiempos de servicio de atención al paciente. Siendo necesario diseñar instrumentos de recolección para asentar o registrar dichos datos durante un periodo de tiempo; para ello se hizo el uso de Cronometro con finalidad de registrar los tiempos de llegada y los tiempos del servicio de atención.

4.7.2. Instrumentos de recolección de datos

En los instrumentos de recolección de datos se utilizó dos fichas:

- Ficha de observación de los pacientes para el registro de información: la hora de llegada, inicio y terminación del servicio de atención del paciente.
- Fichas de procesamiento que registra la información: la longitud de la cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio de atención y tiempo de espera del paciente.

4.8. Técnicas de análisis e interpretación de la información.

La técnica de análisis de información de la presente investigación está de forma planificada y una metodología diferenciada:

- Aplicamos la estadística descriptiva organizando, sintetizando la información y observando las características más relevantes de las fichas de observación y procesamiento, observando los resultados obtenidos.
- Seguidamente recurriremos a la estadística inferencial que nos permitirá hacer predicciones y toma de decisiones de la hipótesis.
- Luego teniendo todos los datos analizados, aplicaremos y utilizaremos el software R Project (v.3.6.2).
- Finalmente se desarrolla la teoría de colas que permite estudiar la eficiencia del sistema.

4.9. Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de la hipótesis planteada

Para demostrar la verdad o falsedad de la hipótesis planteada, para esto en primero se aplicará la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorv – Smirnov con la finalidad de comprobar la hipótesis nula de que la muestra procede de una población en la que la variable está distribuida según la exponencial.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis de los tiempos de servicio de atención y tiempos entre llegadas de los pacientes de la especialidad de medicina de la unidad productora de servicios de salud de consulta externa del Hospital Regional del Cusco.

5.1.1. Tiempos de servicio de atención y tiempo entre llegadas del paciente del consultorio N° 1 de Cardiología de la primera semana

Para el registro de información del tiempo de servicio de atención y el tiempo entre llegadas del paciente, se utilizaron las fichas de observación y procesamiento, en el mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 1. Ficha de observación del consultorio N° 1 de Cardiología de la primera semana

paciente numero	Hora de llegada	Hora de inicio de servicio	Hora de termino de servicio
1	6:45:00	8:40:00	8:44:00
2	6:47:00	8:45:00	8:51:00
3	6:52:00	8:53:00	8:58:00
4	7:01:00	8:59:00	9:08:00
5	7:03:00	9:10:00	9:22:00
6	7:07:00	9:23:00	9:31:00
7	7:18:00	9:32:00	9:42:00
8	7:21:00	9:43:00	9:54:00
9	7:28:00	9:55:00	10:06:00
10	7:30:00	10:07:00	10:15:00
11	7:35:00	10:17:00	10:27:00
12	7:42:00	10:30:00	10:32:00

Los pacientes llegan al consultorio de cardiología en la primera semana a partir de las 6:45 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:40 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla 2.

Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie la atención en el consultorio.

De acuerdo al horario de atención establecido por la Dirección del Hospital Regional del Cusco es a partir de las 8:00 hasta las 13:00 horas, sin embargo, en la práctica se evidencia que el medico inicia su atención a las 8:40 y termina a las 10:32 horas.

Esta información servirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución, determinar la longitud de cola y el tiempo de servicio cuyos resultados se muestran a continuación.

Tabla 2. Ficha de procesamiento del Consultorio N° 1 de Cardiología de la primera semana

Paciente numero	Longitud de cola (l)	Tiempo desde la llegada anterior(min) (a)	Tiempo de servicio (min) (s)	Tiempo de espera(min) (e)
1	0	0:00:00	0:04:00	1:55:00
2	1	0:02:00	0:06:00	1:58:00
3	2	0:05:00	0:05:00	2:01:00
4	3	0:09:00	0:09:00	1:58:00
5	4	0:02:00	0:12:00	2:07:00
6	5	0:04:00	0:08:00	2:16:00
7	6	0:11:00	0:10:00	2:14:00
8	7	0:03:00	0:11:00	2:22:00
9	8	0:07:00	0:11:00	2:27:00
10	9	0:02:00	0:08:00	2:37:00
11	10	0:05:00	0:10:00	2:42:00
12	11	0:07:00	0:02:00	2:48:00
Promedio	5.5	0:04:45	0:08:00	2:17:05

La longitud de cola de los pacientes del consultorio de cardiología es en promedio de 5.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

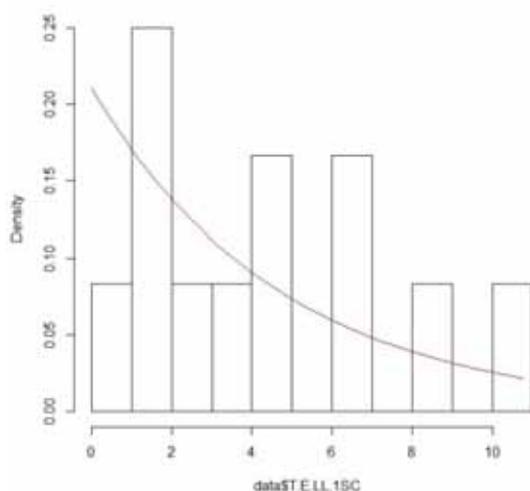
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4 min 45 seg.

El paciente 12 permanece el menor tiempo en el servicio de atención en el consultorio de 2 minutos, y el paciente que permanece mayor tiempo en el consultorio de 12 minutos es el paciente 5; sin embargo, el promedio del servicio de atención en consultorio de cardiología es de 8 min.

El tiempo de espera promedio de los pacientes en el consultorio de cardiología es 2 h 17 min 05 segundos y el paciente que espera menor tiempo es de 1 h 55 min y de mayor tiempo de espera es de 2 h 48 min.

- a. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el Consultorio de Cardiología de la primera semana.
- Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana del consultorio de Cardiología.

Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Cardiol



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Cardiología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SC,"pexp",ajust1sc$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.1SC

D = 0.26031, p-value = 0.3903

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.1SC, "pexp", ajust1sc\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.3903 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(a)**

$$\sigma_A^2 = 10.56818$$

$$\sigma_A = 3.250874$$

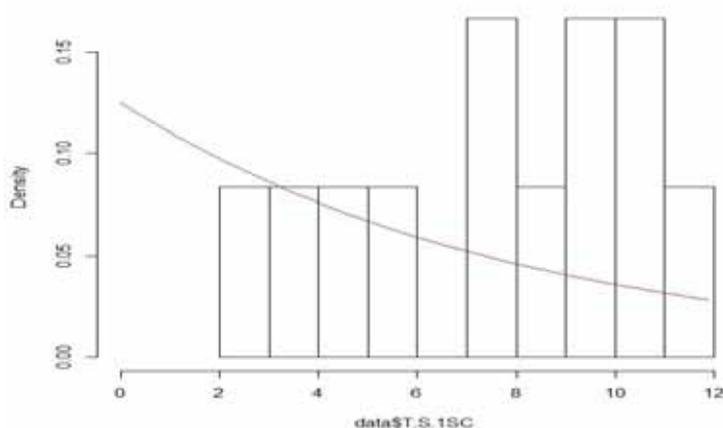
$$\mu_A = 4.75$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.684$$

b. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Cardiología de la primera semana.

- **Histograma del tiempo de servicio de atención de la primera semana del consultorio de Cardiología.**

Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Cardiolog



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención al paciente en el consultorio de Cardiología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SC,"pexp",ajust1sc$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.1SC

D = 0.31014, **p-value = 0.1986**

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.1SC, "pexp", ajust1sc\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.3903 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(s)

$$\sigma_s^2 = 9.818182$$

$$\sigma_s = 3.133398$$

$$\mu_s = 8$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.392$$

c. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.59375$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE):** Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.466$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 3.728$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.785$$

→ Con este resultado se analiza que:

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H = \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H = \infty$*

- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

A. Tiempo de llegadas y de servicio del consultorio N° 1 de Cardiología de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 1 de Cardiología de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 3. Ficha de observación del Consultorio N° 1 de Cardiología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:30:00	8:37:00	8:42:00
2	6:45:00	8:44:00	8:51:00
3	6:50:00	8:54:00	9:00:00
4	6:54:00	9:01:00	9:11:00
5	7:00:00	9:12:00	9:25:00
6	7:15:00	9:27:00	9:36:00
7	7:20:00	9:37:00	9:49:00
8	7:30:00	9:50:00	10:04:00
9	7:32:00	10:05:00	10:20:00
10	7:32:00	10:21:00	10:34:00
11	7:33:00	10:35:00	10:48:00
12	7:50:00	10:50:00	11:03:00
13	8:00:00	11:04:00	11:14:00
14	8:20:00	11:15:00	11:22:00
15	8:23:00	11:23:00	11:32:00
16	8:30:00	11:33:00	11:37:00

Los pacientes llegan al consultorio de cardiología en la segunda semana a partir de las 6:30 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la

las 8:37 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 4. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 1 de Cardiología.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 4. Ficha de procesamiento del Consultorio N° 1 de Cardiología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:05:00	2:07:00
2	1	0:15:00	0:07:00	1:59:00
3	2	0:05:00	0:06:00	2:04:00
4	3	0:04:00	0:10:00	2:07:00
5	4	0:06:00	0:13:00	2:12:00
6	5	0:15:00	0:09:00	2:12:00
7	6	0:05:00	0:12:00	2:17:00
8	7	0:10:00	0:14:00	2:20:00
9	8	0:02:00	0:15:00	2:33:00
10	9	0:00:00	0:13:00	2:49:00
11	10	0:01:00	0:13:00	3:02:00
12	11	0:17:00	0:13:00	3:00:00
13	12	0:10:00	0:10:00	3:04:00
14	13	0:20:00	0:07:00	2:55:00
15	14	0:03:00	0:09:00	3:00:00
16	15	0:07:00	0:04:00	3:03:00
PROMEDIO	7.5	0:07:30	0:10:00	2:32:45

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de cardiología de la segunda semana es en promedio de 7.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 7min 30seg.

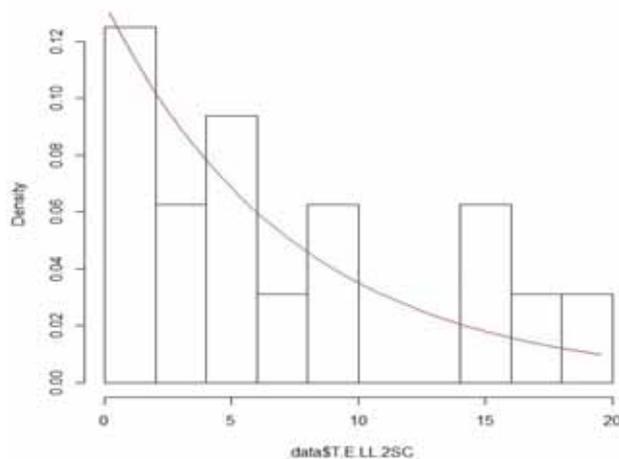
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de cardiología de la segunda semana es de 10min.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de cardiología en la segunda semana es de 2h 32m 45s.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Cardiología de la segunda semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana del consultorio de Cardiología.**

Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Cardiol



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Cardiología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.2SC,"pexp",ajust2sc$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.2SC

D = 0.125, **p-value = 0.9639**

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In `ks.test(data$T.E.LL.2SC, "pexp", ajust2sc$estimate)` :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.9639 > 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 40.267$$

$$\sigma_A = 6.345$$

$$\mu_A = 7.5$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.846$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Cardiología de la segunda semana.

- Histograma del tiempo de servicio de la segunda semana del consultorio de Cardiología.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención al paciente de la segunda semana del consultorio de cardiología se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.2SC,"pexp",ajust2sc$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.2SC
```

D = 0.33097, **p-value = 0.06007**

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.2SC, "pexp", ajust2sc$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.06007 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 11.867$$

$$\sigma_s = 3.445$$

$$\mu_s = 10$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.3445$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_S} = 0.75$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_S^2}{2} \right) = 1.669$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 4.00$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 16.69$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 2.225$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

B. Tiempo de llegada y de servicio del Consultorio N° 1 de Cardiología de la tercera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 1 de Cardiología de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 5. Ficha de observación del Consultorio N° 1 de Cardiología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:40:00	8:50:00	8:54:00
2	6:45:00	9:00:00	9:06:00
3	6:47:00	9:08:00	9:13:00
4	6:54:00	9:15:00	9:24:00
5	7:00:00	9:26:00	9:38:00
6	7:08:00	9:39:00	9:47:00
7	7:10:00	9:49:00	10:00:00
8	7:15:00	10:01:00	10:14:00
9	7:18:00	10:15:00	10:29:00
10	7:22:00	10:30:00	10:42:00
11	7:33:00	10:43:00	10:55:00
12	7:45:00	10:57:00	11:09:00
13	7:50:00	11:10:00	11:19:00
14	8:01:00	11:21:00	11:27:00
15	8:10:00	11:30:00	11:38:00
16	8:15:00	11:40:00	11:43:00
17	8:18:00	11:45:00	11:49:00

Los pacientes llegan al consultorio de cardiología en la tercera semana a partir de las 6:40 am; el sistema de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:50 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°6. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del Consultorio N° 1 de Cardiología de la tercera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 6. Ficha de procesamiento del Consultorio N° 1 de Cardiología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:04:00	2:10:00
2	1	0:05:00	0:06:00	2:15:00
3	2	0:02:00	0:05:00	2:21:00
4	3	0:07:00	0:09:00	2:21:00
5	4	0:06:00	0:12:00	2:26:00
6	5	0:08:00	0:08:00	2:31:00
7	6	0:02:00	0:11:00	2:39:00
8	7	0:05:00	0:13:00	2:46:00
9	8	0:03:00	0:14:00	2:57:00
10	9	0:04:00	0:12:00	3:08:00
11	10	0:11:00	0:12:00	3:10:00
12	11	0:12:00	0:12:00	3:12:00
13	12	0:05:00	0:09:00	3:20:00
14	13	0:11:00	0:06:00	3:20:00
15	14	0:09:00	0:08:00	3:20:00
16	15	0:05:00	0:03:00	3:25:00
17	16	0:03:00	0:04:00	3:27:00
PROMEDIO	8	0:05:46	0:08:42	2:52:14

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de cardiología de la tercera semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 46 seg.

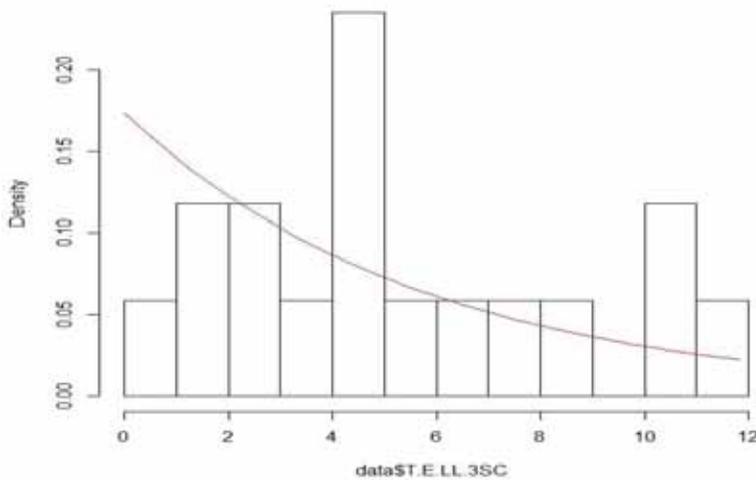
El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de cardiología de la tercera semana es de 8min 42seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de cardiología en la tercera semana es de 2h 52min 14seg.

c. **Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el Consultorio de Cardiología de la tercera semana.**

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana del consultorio de Cardiología.**

Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Cardiolc



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Cardiología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SC,"pexp",ajust3sc$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.3SC

D = 0.23433, **p-value = 0.3081**

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.3SC, "pexp", ajust3sc\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor =0.3081 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 12.066$$

$$\sigma_A = 3.474$$

$$\mu_A = 5.765$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.603$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Cardiología de la tercera semana.

- **Histograma del tiempo de servicio de la tercera semana del Consultorio de Cardiología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención al paciente en el consultorio de Cardiología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.3SC,"pexp",ajust3sc$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.3SC
```

D = 0.30955, p-value = 0.07693

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.3SC, "pexp", ajust3sc\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.07693 > 0.05, por lo que nos e rechaza la hipotesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 12.596$$

$$\sigma_s = 3.549$$

$$\mu_s = 8.706$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.408$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.662$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.618$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 2.333$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 5.380$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.933$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

C. Tiempo de llegadas y de servicio del Consultorio N° 1 de Cardiología de la cuarta semana

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 1 de Cardiología de la cuarta semana

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 7.Ficha de observación del Consultorio N° 1 de Cardiología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:42:00	8:45:00	8:48:00
2	6:48:00	8:50:00	8:55:00
3	6:55:00	8:58:00	9:02:00
4	7:00:00	9:04:00	9:12:00
5	7:08:00	9:14:00	9:25:00
6	7:15:00	9:26:00	9:33:00
7	7:18:00	9:35:00	9:45:00
8	7:28:00	9:47:00	9:59:00
9	7:32:00	10:02:00	10:15:00
10	7:40:00	10:17:00	10:28:00
11	7:45:00	10:30:00	10:41:00
12	7:50:00	10:43:00	10:54:00
13	8:00:00	10:56:00	11:04:00
14	8:15:00	11:08:00	11:13:00
15	8:23:00	11:15:00	11:22:00
16	8:35:00	11:25:00	11:27:00
17	8:38:00	11:30:00	11:33:00

Los pacientes llegan al consultorio de cardiología en la cuarta semana a partir de las 6:42 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:45 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 9. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 1 de Cardiología de la cuarta semana

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 8. Ficha de procesamiento del Consultorio N° 1 de Cardiología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:03:00	2:03:00
2	1	0:06:00	0:05:00	2:02:00
3	2	0:07:00	0:04:00	2:03:00
4	3	0:05:00	0:08:00	2:04:00
5	4	0:08:00	0:11:00	2:06:00
6	5	0:07:00	0:07:00	2:11:00
7	6	0:03:00	0:10:00	2:17:00
8	7	0:10:00	0:12:00	2:19:00
9	8	0:04:00	0:13:00	2:30:00
10	9	0:08:00	0:11:00	2:37:00
11	10	0:05:00	0:11:00	2:45:00
12	11	0:05:00	0:11:00	2:53:00
13	12	0:10:00	0:08:00	2:56:00
14	13	0:15:00	0:05:00	2:53:00
15	14	0:08:00	0:07:00	2:52:00
16	15	0:12:00	0:02:00	2:50:00
17	16	0:03:00	0:03:00	2:52:00
PROMEDIO	8	0:06:49	0:07:42	2:29:00

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de cardiología de la cuarta semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

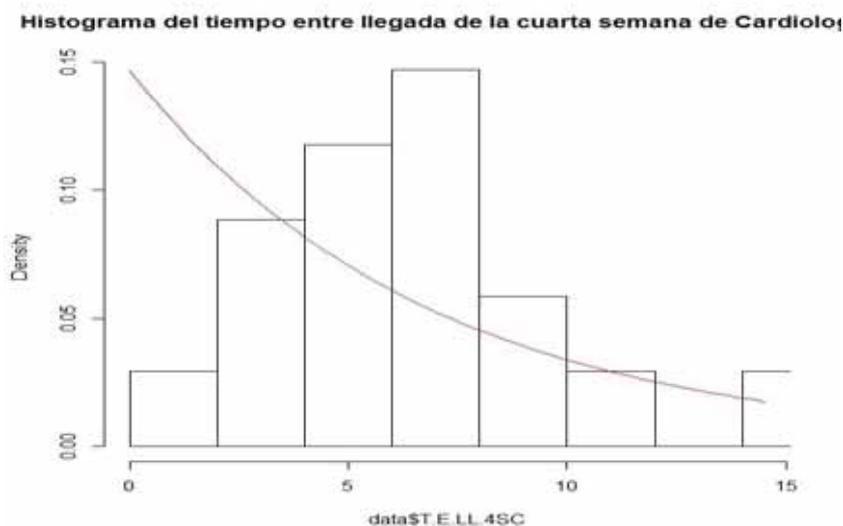
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 6 min 49 seg.

El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de cardiología de la cuarta semana es de 7 min 42 seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de cardiología en la cuarta semana es de 2h 29 min.

c. **Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Cardiología de la cuarta semana.**

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana del consultorio de Cardiología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Cardiología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.4SC,"pexp",ajust4sc$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.4SC

D = 0.29692, **p-value = 0.09982**

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.4SC, "pexp", ajust4sc\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p – valor =0.09982 >0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 13.279$$

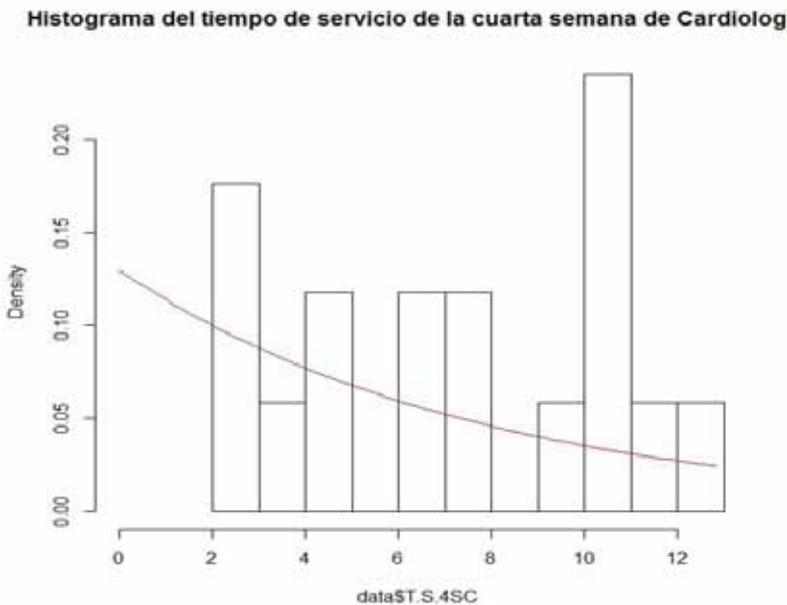
$$\sigma_A = 3.644$$

$$\mu_A = 6.824$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.534$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Cardiología de la cuarta semana.**

- **Histograma del tiempo de servicio de la cuarta semana del consultorio de Cardiología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio del paciente en el consultorio de Cardiología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.4SC,"pexp",ajust4sc$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.4SC
```

D = 0.26365, **p-value = 0.188**

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.4SC, "pexp", ajust4sc$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p – valor = 0.188 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 12.596$$

$$\sigma_s = 3.549$$

$$\mu_s = 7.706$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.461$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.886$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE):** Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.224$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.90$

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.726$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = \frac{1.726}{6.824} = 0.253$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

5.2. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del Consultorio N° 2 de Dermatología de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.

A. Tiempo de llegada y servicio del consultorio N° 2 de Dermatología de la primera semana

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del Consultorio N° 2 de Dermatología de la primera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes.

Tabla 9.Ficha de observación del Consultorio N° 2 de Dermatología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:05:00	8:30:00	8:35:00
2	7:10:00	8:36:00	8:43:00
3	7:12:00	8:44:00	8:50:00
4	7:15:00	8:52:00	9:03:00
5	7:20:00	9:04:00	9:17:00
6	7:30:00	9:18:00	9:28:00
7	7:32:00	9:30:00	9:44:00
8	7:45:00	9:45:00	9:55:00
9	8:10:00	9:56:00	10:09:00
10	8:12:00	10:10:00	10:25:00
11	8:15:00	10:26:00	10:42:00
12	8:19:00	10:43:00	10:57:00
13	8:21:00	10:58:00	11:12:00
14	8:23:00	11:14:00	11:28:00
15	8:24:00	11:29:00	11:40:00
16	8:30:00	11:42:00	11:50:00
17	8:34:00	11:52:00	11:56:00

Los pacientes llegan al consultorio de dermatología en la primera semana a partir de las 07:05 am; el sistema de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:30 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 10. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del Consultorio N° 2 de Dermatología de la primera semana

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 10. Ficha de procesamiento del Consultorio N° 2 de Dermatología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:05:00	1:25:00
2	1	0:05:00	0:07:00	1:26:00
3	2	0:02:00	0:06:00	1:32:00
4	3	0:03:00	0:11:00	1:37:00
5	4	0:05:00	0:13:00	1:44:00
6	5	0:10:00	0:10:00	1:48:00
7	6	0:02:00	0:14:00	1:58:00
8	7	0:13:00	0:10:00	2:00:00
9	8	0:25:00	0:13:00	1:46:00
10	9	0:02:00	0:15:00	1:58:00
11	10	0:03:00	0:16:00	2:11:00
12	11	0:04:00	0:14:00	2:24:00
13	12	0:02:00	0:14:00	2:37:00
14	13	0:02:00	0:14:00	2:51:00
15	14	0:01:00	0:11:00	3:05:00
16	15	0:06:00	0:08:00	3:12:00
17	16	0:04:00	0:04:00	3:18:00
PROMEDIO	8	0:05:14	0:10:53	2:10:07

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de dermatología de la primera semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5 min 14 seg.

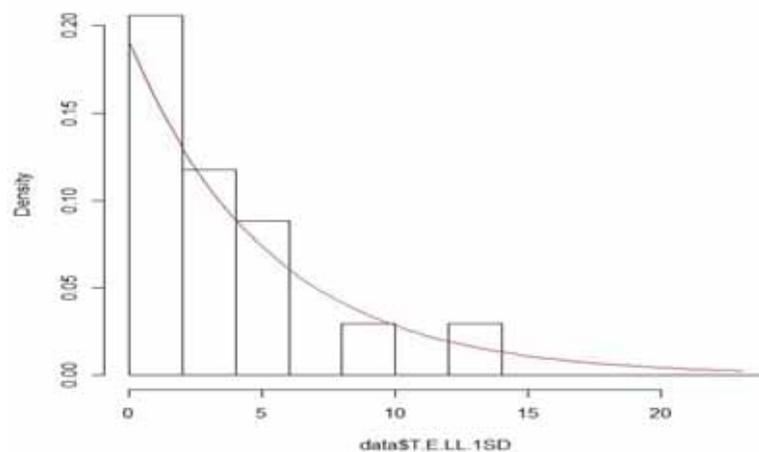
El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de dermatología de la primera semana es de 10 min 53 seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de dermatología en la primera semana es de 2h 10m 7 seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el Consultorio de Dermatología de la primera semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana del Consultorio de Dermatología.**

histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Dermato



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Dermatología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SD,"pexp",ajust1sd$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.1SD
```

D = 0.19987, p-value = 0.5055

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.1SD, "pexp", ajust1sd\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p – valor = 0.5055 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 36.566$$

$$\sigma_A = 6.047$$

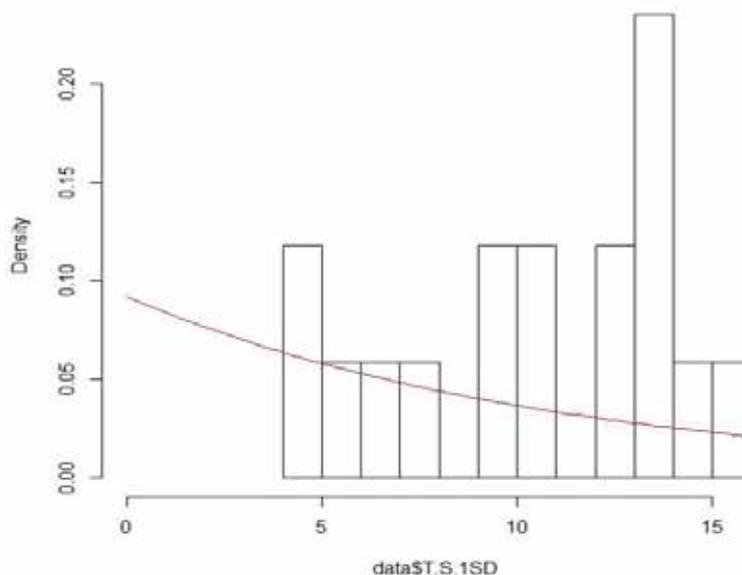
$$\mu_A = 5.235$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 1.155$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Dermatología de la primera semana.**

- **Histograma de tiempo de servicio de la primera semana del Consultorio de Dermatología.**

Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Dermatolo



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de dermatología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SD,"pexp",ajust1sd$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.1SD
```

```
D = 0.30955, p-value = 0.07693
```

```
alternative hypothesis: two-sided
```

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.1SD, "pexp", ajust1sd$estimate) :
```

```
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.
```

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p – valor=0.07693 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 13.860$$

$$\sigma_s = 3.722$$

$$\mu_s = 10.822$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.344$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.484$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.726$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 2.333$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 7.857$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 1.501$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

B. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N° 2 de Dermatología de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 2 de Dermatología de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes.

Tabla 11. Ficha de observación del Consultorio N° 2 de Dermatología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:50:00	8:32:00	8:36:00
2	7:05:00	8:38:00	8:44:00
3	7:10:00	8:45:00	8:50:00
4	7:12:00	8:51:00	9:01:00
5	7:16:00	9:02:00	9:14:00
6	7:23:00	9:15:00	9:24:00
7	7:27:00	9:25:00	9:38:00
8	7:32:00	9:39:00	9:48:00
9	7:50:00	9:50:00	10:02:00
10	7:58:00	10:03:00	10:17:00
11	8:15:00	10:18:00	10:33:00
12	8:18:00	10:34:00	10:47:00
13	8:21:00	10:48:00	11:01:00
14	8:28:00	11:02:00	11:15:00
15	8:35:00	11:17:00	11:27:00
16	8:40:00	11:29:00	11:37:00
17	8:43:00	11:38:00	11:41:00

Los pacientes llegan al consultorio de dermatología en la segunda semana a partir de las 6:50 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 8:32 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 12. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 2 de Dermatología.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 12. Ficha de procesamiento del Consultorio N° 2 de Dermatología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:04:00	1:42:00
2	1	0:15:00	0:06:00	1:33:00
3	2	0:05:00	0:05:00	1:35:00
4	3	0:02:00	0:10:00	1:39:00
5	4	0:04:00	0:12:00	1:46:00
6	5	0:07:00	0:09:00	1:52:00
7	6	0:04:00	0:13:00	1:58:00
8	7	0:05:00	0:09:00	2:07:00
9	8	0:18:00	0:12:00	2:00:00
10	9	0:08:00	0:14:00	2:05:00
11	10	0:17:00	0:15:00	2:03:00
12	11	0:03:00	0:13:00	2:16:00
13	12	0:03:00	0:13:00	2:27:00
14	13	0:07:00	0:13:00	2:34:00
15	14	0:07:00	0:10:00	2:42:00
16	15	0:05:00	0:08:00	2:49:00
17	16	0:03:00	0:03:00	2:55:00
PROMEDIO	8	0:06:39	0:09:56	2:07:14

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de cardiología de la segunda semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

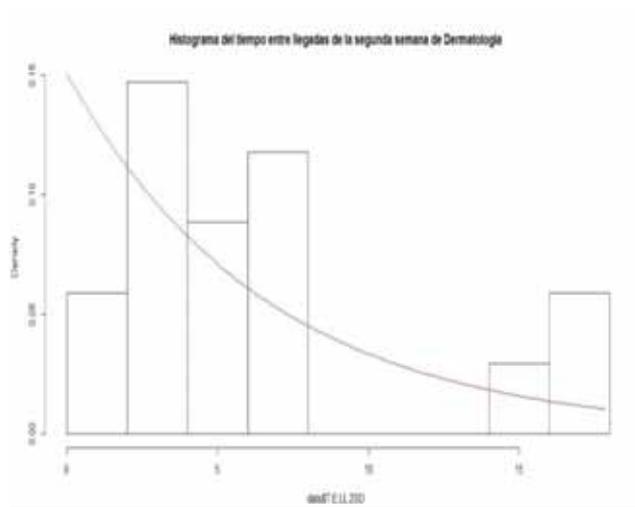
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 6 min 39 seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de dermatología de la segunda semana es de 9 min 56 seg.

El tiempo de espera del paciente del consultorio de cardiología en la segunda semana es de 2h 7 m 14 seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Dermatología de la segunda semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana del Consultorio de Dermatología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Dermatología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.2SD,"pexp",ajust2sd$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.2SD

D = 0.24557, p-value = 0.2568

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In `ks.test(data$T.E.LL.2SD, "pexp", ajust2sd$estimate)` :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.2568 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 27.243$$

$$\sigma_A = 5.219$$

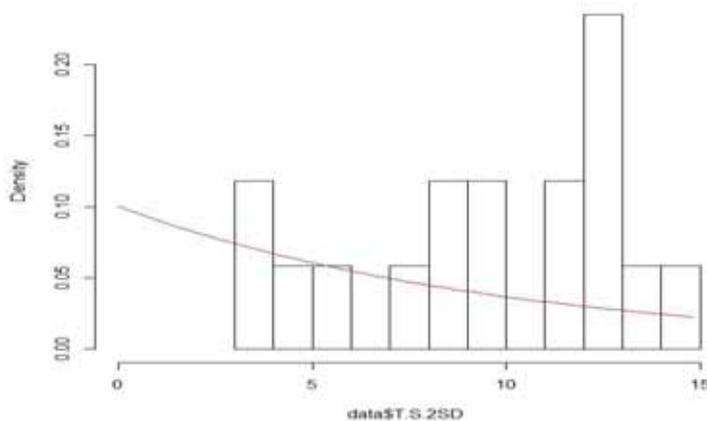
$$\mu_A = 6.647$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.785$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Dermatología de la segunda semana.**

- **Histograma del tiempo de servicio de la segunda semana del consultorio de Dermatología.**

Histograma de tiempo de servicio de la segunda semana de Dermatología



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Dermatología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.2SD,"pexp",ajust2sd$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.2SD

D = 0.3175, p-value = 0.06494

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.2SD, "pexp", ajust2sd\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor = 0.06494 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 13.559$$

$$\sigma_s = 3.682$$

$$\mu_s = 9.941$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.370$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_S} = 0.669$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_S^2}{2} \right) = 0.879$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 2.333$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 8.738$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 1.315$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

C. Tiempo de llegada y de servicio del Consultorio N° 2 de Dermatología de la tercera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 2 de Dermatología de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 13. Ficha de observación del Consultorio N° 2 de Dermatología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:08:00	8:27:00	8:34:00
2	7:12:00	8:35:00	8:41:00
3	7:14:00	8:42:00	8:47:00
4	7:15:00	8:48:00	8:57:00
5	7:22:00	8:58:00	9:08:00
6	7:28:00	9:10:00	9:23:00
7	7:31:00	9:25:00	9:37:00
8	7:42:00	9:38:00	9:47:00
9	8:08:00	9:48:00	9:59:00
10	8:11:00	10:00:00	10:14:00
11	8:14:00	10:15:00	10:23:00
12	8:18:00	10:25:00	10:36:00
13	8:21:00	10:37:00	10:51:00
14	8:23:00	10:53:00	11:00:00
15	8:26:00	11:03:00	11:07:00

Los pacientes llegan al consultorio de dermatología en la tercera semana a partir de las 7:08 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 8:27 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 14. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del Consultorio N° 2 de Dermatología de la tercera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 14. Ficha de procesamiento del Consultorio N° 2 de Dermatología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:07:00	1:19:00
2	1	0:04:00	0:06:00	1:23:00
3	2	0:02:00	0:05:00	1:28:00
4	3	0:01:00	0:09:00	1:33:00
5	4	0:07:00	0:10:00	1:36:00
6	5	0:06:00	0:13:00	1:42:00
7	6	0:03:00	0:12:00	1:54:00
8	7	0:11:00	0:09:00	1:56:00
9	8	0:26:00	0:11:00	1:40:00
10	9	0:03:00	0:14:00	1:49:00
11	10	0:03:00	0:08:00	2:01:00
12	11	0:04:00	0:11:00	2:07:00
13	12	0:03:00	0:14:00	2:16:00
14	13	0:02:00	0:07:00	2:30:00
15	14	0:03:00	0:04:00	2:37:00
PROMEDIO	7	0:05:12	0:09:20	1:51:24

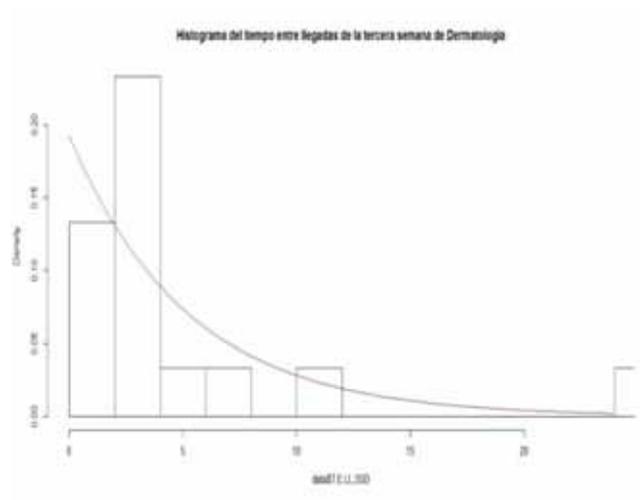
La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de dermatología de la tercera semana es en promedio de 7 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 12 seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de cardiología de la segunda semana es de 9 min 20 seg.

El tiempo de espera del paciente del consultorio de cardiología en la segunda semana es de 1h 51min 24seg.

- c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Dermatología de la tercera semana.
- **Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana del Consultorio de Dermatología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Dermatología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SD,"pexp",ajust3sd$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.3SD

D = 0.1967, p-value = 0.6073

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.3SD, "pexp", ajust3sd\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.6073 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 40.171$$

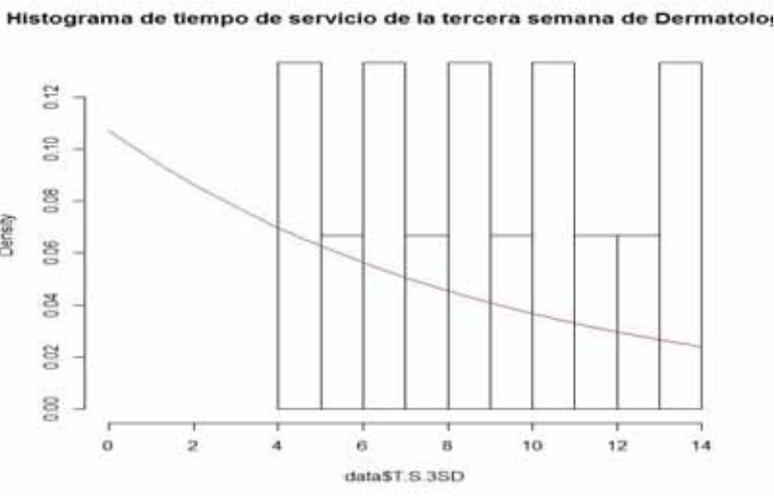
$$\sigma_A = 6.388$$

$$\mu_A = 5.2$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 1.217$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Dermatología de la tercera semana.**

- **Histograma del tiempo de servicio de la tercera semana del Consultorio de Dermatología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Dermatología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.3SD,"pexp",ajust3sd$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.3SD
```

D = 0.34856, p-value = 0.05225

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.3SD, "pexp", ajust3sd$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05225 >0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención del paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 10.095$$

$$\sigma_s = 3.177$$

$$\mu_s = 9.333$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.340$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_S} = 0.557$$

- Multiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 1.198$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 11.181$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 2.150$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

D. Tiempo de llegada y de servicio del Consultorio N° 2 de dermatología de la cuarta semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 2 de Dermatología de la cuarta semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes.

Tabla 15. Ficha de observación del Consultorio N° 2 de Dermatología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:50:00	8:35:00	8:39:00
2	7:08:00	8:40:00	8:46:00
3	7:12:00	8:47:00	8:52:00
4	7:14:00	8:53:00	9:02:00
5	7:18:00	9:03:00	9:15:00
6	7:25:00	9:16:00	9:24:00
7	7:33:00	9:25:00	9:36:00
8	7:42:00	9:37:00	9:50:00
9	8:08:00	9:52:00	10:06:00
10	8:09:00	10:07:00	10:20:00
11	8:13:00	10:21:00	10:34:00
12	8:18:00	10:35:00	10:48:00
13	8:20:00	10:50:00	11:00:00
14	8:22:00	11:02:00	11:09:00
15	8:23:00	11:10:00	11:19:00
16	8:26:00	11:20:00	11:26:00
17	8:30:00	11:28:00	11:31:00
18	8:32:00	11:33:00	11:38:00
19	8:34:00	11:40:00	11:43:00

Los pacientes llegan al consultorio de dermatología en la cuarta semana a partir de las 6:50 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:35 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa

en la tabla N° 16. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente. Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 2 de Dermatología de la cuarta semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 16. Ficha de procesamiento del Consultorio N° 2 de Dermatología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:04:00	1:45:00
2	1	0:18:00	0:06:00	1:32:00
3	2	0:04:00	0:05:00	1:35:00
4	3	0:02:00	0:09:00	1:39:00
5	4	0:04:00	0:12:00	1:45:00
6	5	0:07:00	0:08:00	1:51:00
7	6	0:08:00	0:11:00	1:52:00
8	7	0:09:00	0:13:00	1:55:00
9	8	0:26:00	0:14:00	1:44:00
10	9	0:01:00	0:13:00	1:58:00
11	10	0:04:00	0:13:00	2:08:00
12	11	0:05:00	0:13:00	2:17:00
13	12	0:02:00	0:10:00	2:30:00
14	13	0:02:00	0:07:00	2:40:00
15	14	0:01:00	0:09:00	2:47:00
16	15	0:03:00	0:06:00	2:54:00
17	16	0:04:00	0:03:00	2:58:00
18	17	0:02:00	0:05:00	3:01:00
19	18	0:02:00	0:03:00	3:06:00
PROMEDIO	9	0:05:28	0:08:38	2:12:28

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de dermatología de la cuarta semana es en promedio de 9 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

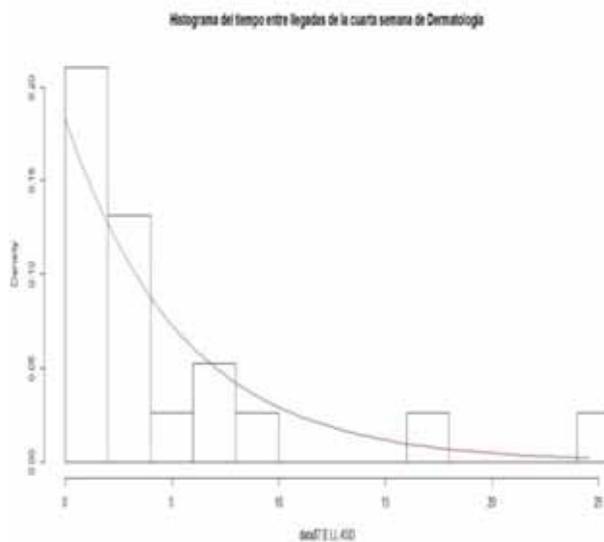
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5 min 28 seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de dermatología de la segunda semana es de 8 min 38 seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de dermatología en la segunda semana es de 2h 28 min.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Dermatología de la cuarta semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana del Consultorio de Dermatología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Dermatología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

`ks.test(data$T.E.LL.4SD,"pexp",ajust4sd$estimate)`

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.4SD

D = 0.16575, p-value = 0.6736

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.4SD, "pexp", ajust4sd\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.6736 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 41.374$$

$$\sigma_A = 6.432$$

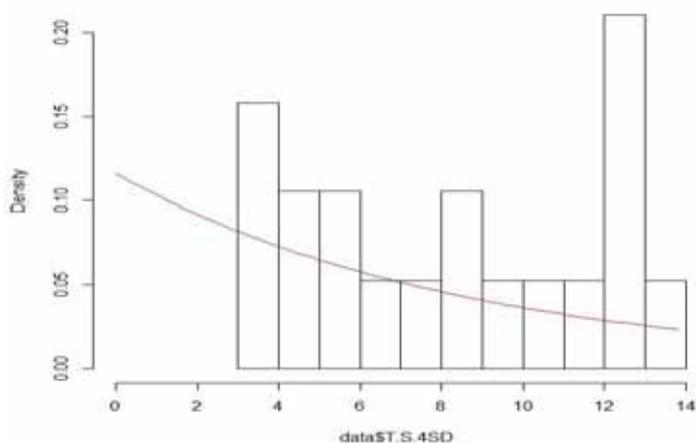
$$\mu_A = 5.474$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 1.175$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Dermatología de la cuarta semana.

- Histograma del tiempo de servicio de la cuarta semana del Consultorio de Dermatología.

Histograma de tiempo de servicio de la cuarta semana de Dermatología



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Dermatología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.4SD,"pexp",ajust4sd$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.4SD

D = 0.29359, p-value = 0.0756

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.4SD, "pexp", ajust4sd\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.0756 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 14.023$$

$$\sigma_s = 3.745$$

$$\mu_s = 8.632$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.434$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.634$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 1.177 .$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 10.1599$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 1.856$$

- **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H = \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H = \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

5.3. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del Consultorio N° 3 de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta externa de la especialidad de Medicina.

A. Tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 3 de Endocrinología de la primera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 3 de Endocrinología de la primera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes.

Tabla 17. Ficha de observación del Consultorio N° 3 de Endocrinología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:30:00	9:30:00	9:36:00
2	7:40:00	9:37:00	9:42:00
3	7:45:00	9:43:00	9:47:00
4	7:50:00	9:48:00	9:56:00
5	8:00:00	9:57:00	10:06:00
6	8:02:00	10:07:00	10:19:00
7	8:05:00	10:20:00	10:31:00
8	8:07:00	10:32:00	10:40:00
9	8:10:00	10:41:00	10:51:00
10	8:12:00	10:52:00	11:05:00
11	8:13:00	11:07:00	11:14:00
12	8:15:00	11:15:00	11:25:00
13	8:16:00	11:27:00	11:40:00
14	8:19:00	11:42:00	11:51:00
15	8:22:00	11:53:00	12:00:00
16	8:28:00	12:02:00	12:05:00

Los pacientes llegan al consultorio de endocrinología en la primera semana a partir de las 7:30 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9:30 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la

tabla N° 18. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 3 de Endocrinología de la primera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 18. Ficha de procesamiento del Consultorio N° 3 de Endocrinología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:06:00	2:00:00
2	1	0:10:00	0:05:00	1:57:00
3	2	0:05:00	0:04:00	1:58:00
4	3	0:05:00	0:08:00	1:58:00
5	4	0:10:00	0:09:00	1:57:00
6	5	0:02:00	0:12:00	2:05:00
7	6	0:03:00	0:11:00	2:15:00
8	7	0:02:00	0:08:00	2:25:00
9	8	0:03:00	0:10:00	2:31:00
10	9	0:02:00	0:13:00	2:40:00
11	10	0:01:00	0:07:00	2:54:00
12	11	0:02:00	0:10:00	3:00:00
13	12	0:01:00	0:13:00	3:11:00
14	13	0:03:00	0:09:00	3:23:00
15	14	0:03:00	0:07:00	3:31:00
16	15	0:06:00	0:03:00	3:34:00
PROMEDIO	7.5	0:03:38	0:08:26	2:34:56

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de endocrinología de la primera semana es en promedio de 7.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

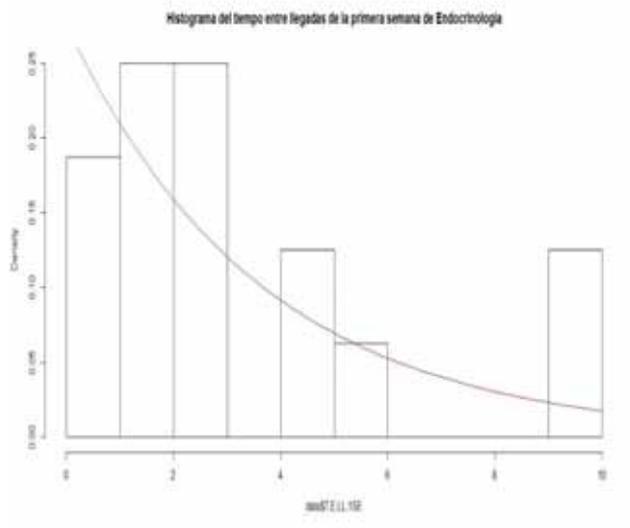
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 3 min 38 seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de endocrinología de la primera semana es de 8 min 26 seg.

El tiempo de espera del paciente del consultorio de endocrinología en la primera semana es de 2h 34 m 56 seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Endocrinología de la primera semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana del consultorio de Endocrinología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Endocrinología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SE,"pexp",ajust1se$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.1SE

D = 0.23654, p-value = 0.3322

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.1SE, "pexp", ajust1se\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.3322 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 8.65$$

$$\sigma_A = 2.941$$

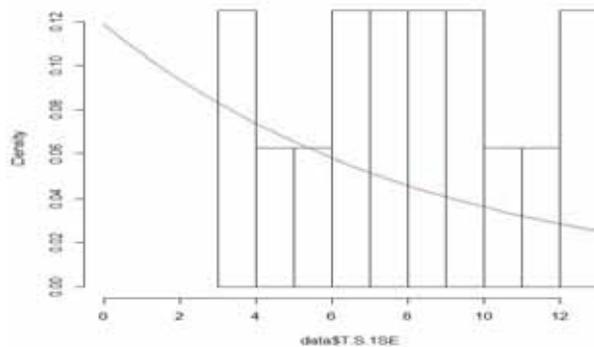
$$\mu_A = 3.625$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.811$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Endocrinología de la primera semana.

- **Histograma del tiempo de servicio de la primera semana del consultorio de Endocrinología.**

Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Endocrinol



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de endocrinología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SE,"pexp",ajust1se$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.1SE
```

```
D = 0.32211, p-value = 0.07229
```

```
alternative hypothesis: two-sided
```

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.1SE, "pexp", ajust1se$estimate) :
```

```
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
```

Interpretación:

con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p – valor=0.07229 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 9.195$$

$$\sigma_s = 3.032$$

$$\mu_s = 8.438$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.359$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.4296$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.262$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.6667$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 2.211$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.6099$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

B. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N° 3 de Endocrinología de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°3 de Endocrinología de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 19. Ficha de observación del Consultorio N°3 de Endocrinología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:50:00	9:32:00	9:38:00
2	7:00:00	9:39:00	9:44:00
3	7:05:00	9:45:00	9:49:00
4	7:10:00	9:50:00	9:58:00
5	7:12:00	10:00:00	10:09:00
6	7:18:00	10:10:00	10:22:00
7	7:22:00	10:23:00	10:34:00
8	7:28:00	10:35:00	10:43:00
9	7:30:00	10:45:00	10:55:00
10	7:40:00	10:57:00	11:10:00
11	7:43:00	11:12:00	11:19:00
12	7:50:00	11:20:00	11:30:00
13	7:55:00	11:31:00	11:44:00
14	8:10:00	11:45:00	11:51:00
15	8:15:00	11:53:00	11:56:00

Los pacientes llegan al consultorio de endocrinología en la segunda semana a partir de las 6:50 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 9:32 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 20. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 3 de Endocrinología.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 20. Ficha de procesamiento del Consultorio N°3 de Endocrinología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:06:00	2:42:00
2	1	0:10:00	0:05:00	2:39:00
3	2	0:05:00	0:04:00	2:40:00
4	3	0:05:00	0:08:00	2:40:00
5	4	0:02:00	0:09:00	2:48:00
6	5	0:06:00	0:12:00	2:52:00
7	6	0:04:00	0:11:00	3:01:00
8	7	0:06:00	0:08:00	3:07:00
9	8	0:02:00	0:10:00	3:15:00
10	9	0:10:00	0:13:00	3:17:00
11	10	0:03:00	0:07:00	3:29:00
12	11	0:07:00	0:10:00	3:30:00
13	12	0:05:00	0:13:00	3:36:00
14	13	0:15:00	0:06:00	3:35:00
15	14	0:05:00	0:03:00	3:38:00
PROMEDIO	7	0:05:40	0:08:20	3:07:16

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de endocrinología de la segunda semana es en promedio de 7 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

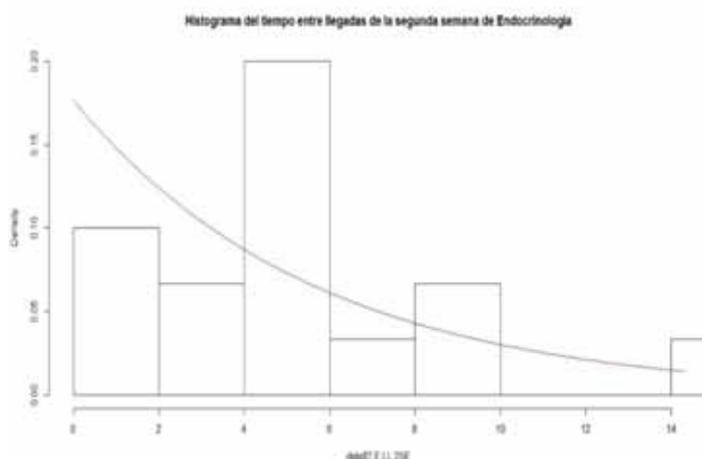
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 40 seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de endocrinología de la segunda semana es de 5 min 40 seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de endocrinología en la segunda semana es de 3h 7min 16seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Endocrinología de la segunda semana

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana del consultorio de Endocrinología**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Endocrinología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.2SE,"pexp",ajust2se$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.2SE

D = 0.25286, p-value = 0.2929

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.2SE, "pexp", ajust2se\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.2929 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 14.095$$

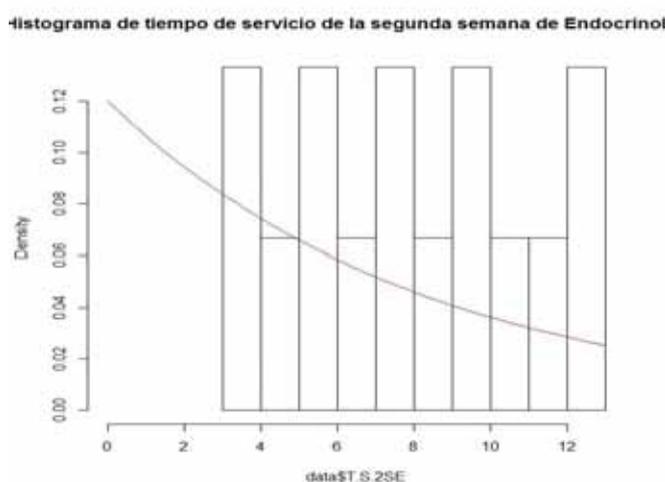
$$\sigma_A = 3.754$$

$$\mu_A = 5.667$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.662$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Endocrinología de la segunda semana

- **Histograma del tiempo de servicio de la segunda semana del consultorio de Endocrinología**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Endocrinología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.2SE,"pexp",ajust2se$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.2SE

D = 0.31786, p-value = 0.09653

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.2SE, "pexp", ajust2se\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.09653 > 0.05 , por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 10.095$$

$$\sigma_s = 3.177$$

$$\mu_s = 8.333$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.381$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_S} = 0.680$$

- **Multiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_S^2}{2} \right) = 0.681$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 2.333$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 5.675$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 1.001$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H = \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*

- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H = \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

C. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N° 3 de Endocrinología de la tercera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 3 de Endocrinología de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 21. Ficha de observación del Consultorio N°3 de Endocrinología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:15:00	9:40:00	9:49:00
2	7:30:00	9:50:00	9:56:00
3	7:34:00	9:57:00	10:08:00
4	7:36:00	10:10:00	10:18:00
5	7:43:00	10:19:00	10:32:00
6	7:51:00	10:34:00	10:42:00
7	8:00:00	10:43:00	10:53:00
8	8:18:00	10:54:00	11:00:00
9	8:19:00	11:02:00	11:16:00
10	8:23:00	11:17:00	11:26:00
11	8:28:00	11:27:00	11:31:00
12	8:31:00	11:32:00	11:44:00
13	8:34:00	11:45:00	11:55:00
14	8:35:00	11:56:00	12:03:00
15	8:38:00	12:04:00	12:16:00
16	8:43:00	12:17:00	12:20:00
17	8:47:00	12:21:00	12:26:00
18	8:49:00	12:27:00	12:30:00

Los pacientes llegan al consultorio de endocrinología en la tercera semana a partir de las 7:15 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 9:40 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 22. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio

Nº 3 de Endocrinología de la tercera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 22. Ficha de procesamiento del Consultorio Nº3 de Endocrinología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:09:00	2:25:00
2	1	0:15:00	0:06:00	2:20:00
3	2	0:04:00	0:11:00	2:23:00
4	3	0:02:00	0:08:00	2:34:00
5	4	0:07:00	0:13:00	2:36:00
6	5	0:08:00	0:08:00	2:43:00
7	6	0:09:00	0:10:00	2:43:00
8	7	0:18:00	0:06:00	2:36:00
9	8	0:01:00	0:14:00	2:43:00
10	9	0:04:00	0:09:00	2:54:00
11	10	0:05:00	0:04:00	2:59:00
12	11	0:03:00	0:12:00	3:01:00
13	12	0:03:00	0:10:00	3:11:00
14	13	0:01:00	0:07:00	3:21:00
15	14	0:03:00	0:12:00	3:26:00
16	15	0:05:00	0:03:00	3:34:00
17	16	0:04:00	0:05:00	3:34:00
18	17	0:02:00	0:03:00	3:38:00
PROMEDIO	8.5	0:05:13	0:08:20	2:55:37

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de endocrinología de la tercera semana es en promedio de 8.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 13seg.

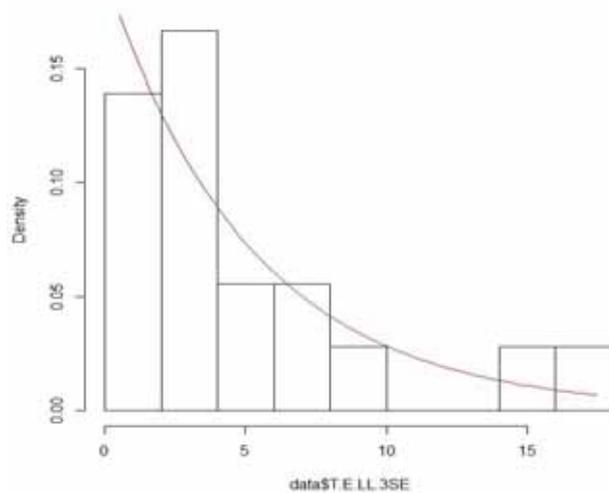
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de endocrinología de la tercera semana es de 8min 20seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de endocrinología en la tercera semana es de 2h 55min 37seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Endocrinología de la tercera semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Endocrinología.**

istograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Endocrin



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Endocrinología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SE,"pexp",ajust3se$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.3SE

D = 0.15922, p-value = 0.7515

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.3SE, "pexp", ajust3se\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.7515 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 22.771$$

$$\sigma_A = 4.772$$

$$\mu_A = 5.222$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.914$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Endocrinología de la tercera semana.**

- **Histograma del tiempo de servicio de la tercera semana de Endocrinología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Endocrinología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.3SE,"pexp",ajust3se$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.3SE

D = 0.30232, p-value = 0.07448

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.3SE, "pexp", ajust3se\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor = 0.07448 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 11.412$$

$$\sigma_s = 3.378$$

$$\mu_s = 8.333$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.405$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.623$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.7496$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 6.246$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 1.196$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H = \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*

- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H = \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

D. Tiempo de llegadas y de servicio del consultorio N° 3 de Endocrinología de la cuarta semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 3 de Endocrinología de la cuarta semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de Cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 23. Ficha de observación del Consultorio N°3 de Endocrinología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:50:00	9:35:00	9:45:00
2	6:53:00	9:46:00	9:53:00
3	6:58:00	9:54:00	10:06:00
4	7:00:00	10:07:00	10:16:00
5	7:03:00	10:17:00	10:31:00
6	7:05:00	10:32:00	10:41:00
7	7:08:00	10:42:00	10:53:00
8	7:10:00	10:55:00	11:02:00
9	7:13:00	11:03:00	11:18:00
10	7:17:00	11:20:00	11:30:00
11	7:20:00	11:31:00	11:34:00
12	7:26:00	11:35:00	11:48:00
13	7:30:00	11:50:00	12:01:00
14	7:38:00	12:03:00	12:11:00
15	7:47:00	12:13:00	12:25:00
16	7:53:00	12:26:00	12:30:00
17	8:02:00	12:31:00	12:36:00
18	8:12:00	12:38:00	12:42:00

Los pacientes llegan al consultorio de endocrinología en la cuarta semana a partir de las 6:50 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9:35 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 24. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 3 de Endocrinología de la cuarta semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 24. Ficha de procesamiento del Consultorio N°3 de Endocrinología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:10:00	2:45:00
2	1	0:03:00	0:07:00	2:53:00
3	2	0:05:00	0:12:00	2:56:00
4	3	0:02:00	0:09:00	3:07:00
5	4	0:03:00	0:14:00	3:14:00
6	5	0:02:00	0:09:00	3:27:00
7	6	0:03:00	0:11:00	3:34:00
8	7	0:02:00	0:07:00	3:45:00
9	8	0:03:00	0:15:00	3:50:00
10	9	0:04:00	0:10:00	4:03:00
11	10	0:03:00	0:03:00	4:11:00
12	11	0:06:00	0:13:00	4:09:00
13	12	0:04:00	0:11:00	4:20:00
14	13	0:08:00	0:08:00	4:25:00
15	14	0:09:00	0:12:00	4:26:00
16	15	0:06:00	0:04:00	4:33:00
17	16	0:09:00	0:05:00	4:29:00
18	17	0:10:00	0:04:00	4:26:00
PROMEDIO	8.5	0:04:33	0:09:07	3:48:30

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de cardiología de la segunda semana es en promedio de 8.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

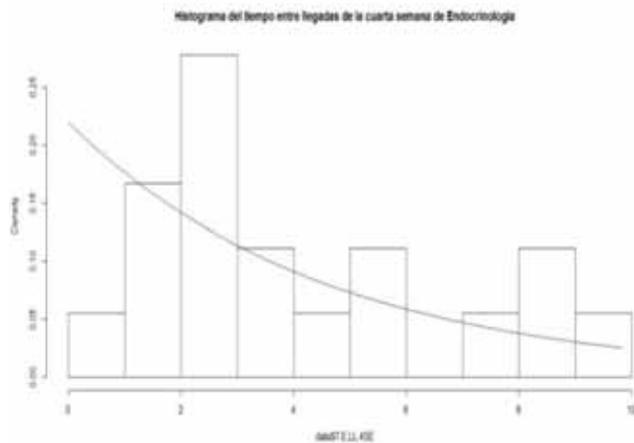
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4 min 33 seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de cardiología de la segunda semana es de 9 min 7seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de endocrinología en la segunda semana es de 3h 48min 30seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Endocrinología de la cuarta semana.

- **Histograma de tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Endocrinología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Endocrinología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.4SE,"pexp",ajust4se$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

Data: data\$T.E.LL.4SE

D = 0.29978, p-value = 0.0787

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.4SE, "pexp", ajust4se\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor = 0.0787 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 8.144$$

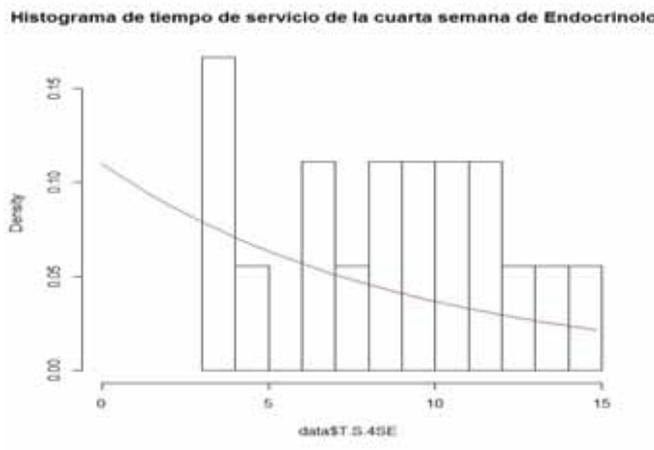
$$\sigma_A = 2.854$$

$$\mu_A = 4.556$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.626$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Endocrinología de la cuarta semana.

- **Histograma de tiempo de servicio de la cuarta semana de Endocrinología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Endocrinología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.4SE,"pexp",ajust4se$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.4SE

D = 0.31397, p-value = 0.05751

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.4SE, "pexp", ajust4se\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05751 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 12.693$$

$$\sigma_s = 3.563$$

$$\mu_s = 9.111$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.391$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_S} = 0.500$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_S^2}{2} \right) = 0.272$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_S (MTE = 2.478)$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.544$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H = \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*

- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

5.4. Análisis de los tiempos de llegada y servicio del consultorio N° 4 de Gastroenterología de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.

A. Tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 4 de Gastroenterología de la primera semana

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 4 de Gastroenterología de la primera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de Cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes.

Tabla 25. Ficha de observación del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:30:00	9:34:00	9:42:00
2	6:36:00	9:43:00	9:49:00
3	6:37:00	9:50:00	10:04:00
4	6:38:00	10:05:00	10:14:00
5	6:40:00	10:16:00	10:28:00
6	6:42:00	10:30:00	10:40:00
7	6:45:00	10:41:00	10:53:00
8	6:50:00	10:54:00	11:07:00
9	6:53:00	11:08:00	11:22:00
10	6:55:00	11:24:00	11:30:00
11	7:03:00	11:32:00	11:36:00
12	7:06:00	11:37:00	11:52:00
13	7:08:00	11:53:00	12:06:00
14	7:10:00	12:07:00	12:14:00
15	7:21:00	12:15:00	12:30:00
16	7:27:00	12:31:00	12:37:00
17	7:32:00	12:38:00	12:41:00
18	7:42:00	12:42:00	12:47:00
19	7:55:00	12:48:00	12:51:00
20	8:03:00	12:52:00	12:58:00
21	8:10:00	12:59:00	13:11:00
22	8:15:00	13:12:00	13:16:00

Los pacientes llegan al consultorio de gastroenterología en la primera semana a partir de las 6:30 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se abre a partir de las 9:34 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°26 . Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio

Nº 4 de Gastroenterología de la primera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 26. Ficha de procesamiento del Consultorio Nº4 de Gastroenterología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:08:00	3:04:00
2	1	0:06:00	0:06:00	3:07:00
3	2	0:01:00	0:14:00	3:13:00
4	3	0:01:00	0:09:00	3:27:00
5	4	0:02:00	0:12:00	3:36:00
6	5	0:02:00	0:10:00	3:48:00
7	6	0:03:00	0:12:00	3:56:00
8	7	0:05:00	0:13:00	4:04:00
9	8	0:03:00	0:14:00	4:15:00
10	9	0:02:00	0:06:00	4:29:00
11	10	0:08:00	0:04:00	4:29:00
12	11	0:03:00	0:15:00	4:31:00
13	12	0:02:00	0:13:00	4:45:00
14	13	0:02:00	0:07:00	4:57:00
15	14	0:11:00	0:15:00	4:54:00
16	15	0:06:00	0:06:00	5:04:00
17	16	0:05:00	0:03:00	5:06:00
18	17	0:10:00	0:05:00	5:00:00
19	18	0:13:00	0:03:00	4:53:00
20	19	0:08:00	0:06:00	4:49:00
21	20	0:07:00	0:12:00	4:49:00
22	21	0:05:00	0:04:00	4:57:00
PROMEDIO	10.5	0:04:46	0:08:57	4:19:41

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de gastroenterología de la primera semana es en promedio de 10.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

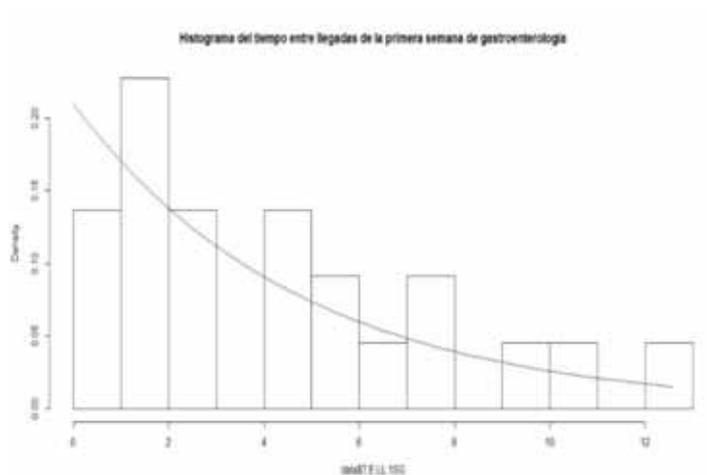
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4 min 46 seg.

El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de gastroenterología de la primera semana es de 8 min 57 seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de cardiología en la segunda semana es de 4 h 19min 41seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la primera semana.

- Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Gastroenterología.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SG,"pexp",ajust1sg$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.1SG
```

D = 0.20596, p-value = 0.3082

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.1SG, "pexp", ajust1sg\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.3082 > 0.05 ,por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 12.4697$$

$$\sigma_A = 3.5312$$

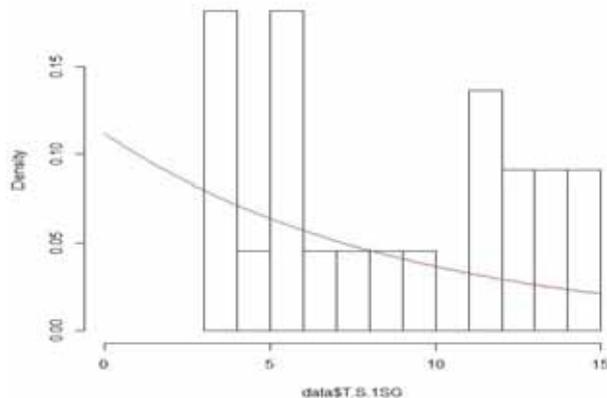
$$\mu_A = 4.773$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.7398$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Gastroenterología de la primera semana.

- Histograma del tiempo de servicio de la primera semana de Gastroenterología.

Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Gastroenterología



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SG,"pexp",ajust1sg$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.1SG
```

D = 0.28468, p-value = 0.05654

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.1SG, "pexp", ajust1sg$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05654 > 0.05 , por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 17.188$$

$$\sigma_s = 4.146$$

$$\mu_s = 8.955$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.463$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_S} = 0.533$$

- Multiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_S^2}{2} \right) = 0.381$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 3.412$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.715$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

B. Tiempo de llegadas y de servicio del consultorio N° 4 de Gastroenterología de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°4 de Gastroenterología de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 27. Ficha de observación del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:35:00	9:25:00	9:34:00
2	6:40:00	9:35:00	9:41:00
3	6:43:00	9:42:00	9:56:00
4	6:55:00	9:57:00	10:06:00
5	7:02:00	10:07:00	10:19:00
6	7:08:00	10:20:00	10:30:00
7	7:15:00	10:31:00	10:43:00
8	7:21:00	10:44:00	10:57:00
9	7:32:00	10:58:00	11:12:00
10	7:41:00	11:13:00	11:19:00
11	7:45:00	11:20:00	11:24:00
12	7:54:00	11:25:00	11:40:00
13	8:02:00	11:41:00	11:54:00
14	8:12:00	11:55:00	12:04:00
15	8:20:00	12:05:00	12:20:00
16	8:22:00	12:21:00	12:28:00
17	8:30:00	12:29:00	12:32:00
18	8:34:00	12:33:00	12:38:00
19	8:42:00	12:39:00	12:42:00
20	8:46:00	12:43:00	12:52:00
21	8:48:00	12:53:00	13:05:00
22	8:50:00	13:06:00	13:10:00
23	8:52:00	13:11:00	13:18:00

Los pacientes llegan al consultorio de gastroenterología en la segunda semana a partir de las 6:35 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 9:25 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°28. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 4 de Gastroenterología

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 28. Ficha de procesamiento del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:09:00	2:50:00
2	1	0:05:00	0:06:00	2:55:00
3	2	0:03:00	0:14:00	2:59:00
4	3	0:12:00	0:09:00	3:02:00
5	4	0:07:00	0:12:00	3:05:00
6	5	0:06:00	0:10:00	3:12:00
7	6	0:07:00	0:12:00	3:16:00
8	7	0:06:00	0:13:00	3:23:00
9	8	0:11:00	0:14:00	3:26:00
10	9	0:09:00	0:06:00	3:32:00
11	10	0:04:00	0:04:00	3:35:00
12	11	0:09:00	0:15:00	3:31:00
13	12	0:08:00	0:13:00	3:39:00
14	13	0:10:00	0:09:00	3:43:00
15	14	0:08:00	0:15:00	3:45:00
16	15	0:02:00	0:07:00	3:59:00
17	16	0:08:00	0:03:00	3:59:00
18	17	0:04:00	0:05:00	3:59:00
19	18	0:08:00	0:03:00	3:57:00
20	19	0:04:00	0:09:00	3:57:00
21	20	0:02:00	0:12:00	4:05:00
22	21	0:02:00	0:04:00	4:16:00
23	22	0:02:00	0:07:00	4:19:00
PROMEDIO	11	0:05:57	0:09:10	3:34:57

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de gastroenterología de la segunda semana es en promedio de 11 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

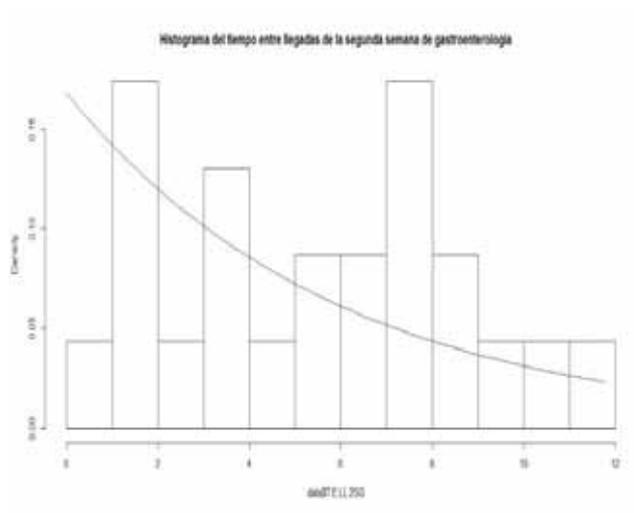
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5 min 57 seg.

El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de gastroenterología de la segunda semana es de 9 min 10seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de gastroenterología en la segunda semana es de 3h 34min 57s.

c. **Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la segunda semana.**

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Gastroenterología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.2SG,"pexp",ajust2sg$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.2SG
```

D = 0.24173, p-value = 0.136

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.E.LL.2SG, "pexp", ajust2sg$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.136 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 10.6798$$

$$\sigma_A = 3.268$$

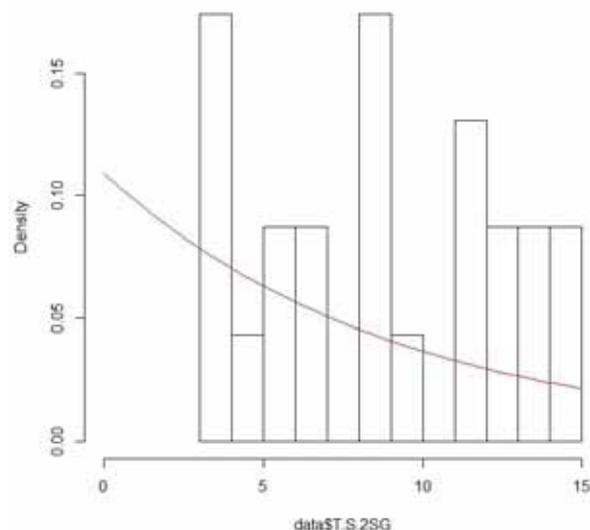
$$\mu_A = 5.957$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.549$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Gastroenterología de la segunda semana.

- Histograma del tiempo de servicio de la segunda semana de Gastroenterología.

stograma de tiempo de servicio de la segunda semana de Gastroenter



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.2SG,"pexp",ajust2sg$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.2SG

D = 0.27893, p-value = 0.05582

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.2SG, "pexp", ajust2sg\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05582 >0.05. por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 15.696$$

$$\sigma_s = 3.692$$

$$\mu_s = 9.174$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.402$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.649$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.540$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 2.333$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 4.954$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.832$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

C. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°4 de Gastroenterología de la tercera semana

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°4 de Gastroenterología de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes.

Tabla 29. Ficha de observación del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:40:00	9:00:00	9:09:00
2	6:42:00	9:10:00	9:16:00
3	6:52:00	9:17:00	9:31:00
4	6:59:00	9:32:00	9:41:00
5	7:04:00	9:42:00	9:54:00
6	7:13:00	9:55:00	10:05:00
7	7:21:00	10:06:00	10:18:00
8	7:28:00	10:19:00	10:32:00
9	7:29:00	10:33:00	10:47:00
10	7:31:00	10:48:00	10:54:00
11	7:35:00	10:55:00	10:59:00
12	7:37:00	11:00:00	11:15:00
13	7:41:00	11:16:00	11:29:00
14	7:48:00	11:30:00	11:41:00
15	7:51:00	11:42:00	11:57:00
16	7:53:00	11:58:00	12:06:00
17	7:57:00	12:07:00	12:10:00
18	8:06:00	12:11:00	12:16:00
19	8:10:00	12:17:00	12:20:00
20	8:13:00	12:21:00	12:32:00
21	8:15:00	12:33:00	12:45:00
22	8:20:00	12:46:00	12:50:00
23	8:27:00	12:51:00	13:01:00
24	8:30:00	13:02:00	13:09:00

Los pacientes llegan al consultorio de gastroenterología en la tercera semana a partir de las 6:40 am; el sistema de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9:00 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°30 . Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente. Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°4 de Gastroenterología de la tercera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 30. Ficha de procesamiento del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:09:00	2:20:00
2	1	0:02:00	0:06:00	2:28:00
3	2	0:10:00	0:14:00	2:25:00
4	3	0:07:00	0:09:00	2:33:00
5	4	0:05:00	0:12:00	2:38:00
6	5	0:09:00	0:10:00	2:42:00
7	6	0:08:00	0:12:00	2:45:00
8	7	0:07:00	0:13:00	2:51:00
9	8	0:01:00	0:14:00	3:04:00
10	9	0:02:00	0:06:00	3:17:00
11	10	0:04:00	0:04:00	3:20:00
12	11	0:02:00	0:15:00	3:23:00
13	12	0:04:00	0:13:00	3:35:00
14	13	0:07:00	0:11:00	3:42:00
15	14	0:03:00	0:15:00	3:51:00
16	15	0:02:00	0:08:00	4:05:00
17	16	0:04:00	0:03:00	4:10:00
18	17	0:09:00	0:05:00	4:05:00
19	18	0:04:00	0:03:00	4:07:00
20	19	0:03:00	0:11:00	4:08:00
21	20	0:02:00	0:12:00	4:18:00
22	21	0:05:00	0:04:00	4:26:00
23	22	0:07:00	0:10:00	4:24:00
24	23	0:03:00	0:07:00	4:32:00
PROMEDIO	11.5	0:04:35	0:09:25	3:27:53

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de gastroenterología de la tercera semana es en promedio de 11.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4 min 35seg.

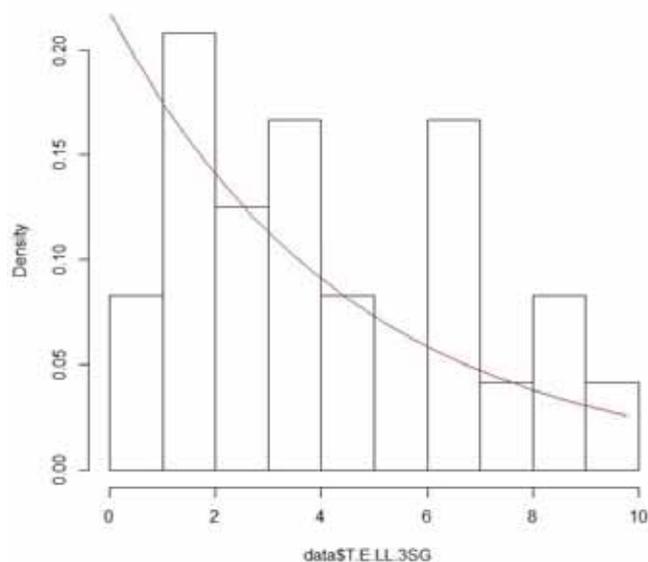
El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de gastroenterología de la segunda semana es de 9min 25 seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de gastroenterología en la tercera semana es de 3h 27min 53seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la tercera semana.

- Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Gastroenterología.

istograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de gastroentei



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SG,"pexp",ajust3sg$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.3SG
```

D = 0.27028, p-value = 0.06

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.3SG, "pexp", ajust3sg\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.06 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 7.819$$

$$\sigma_A = 2.796$$

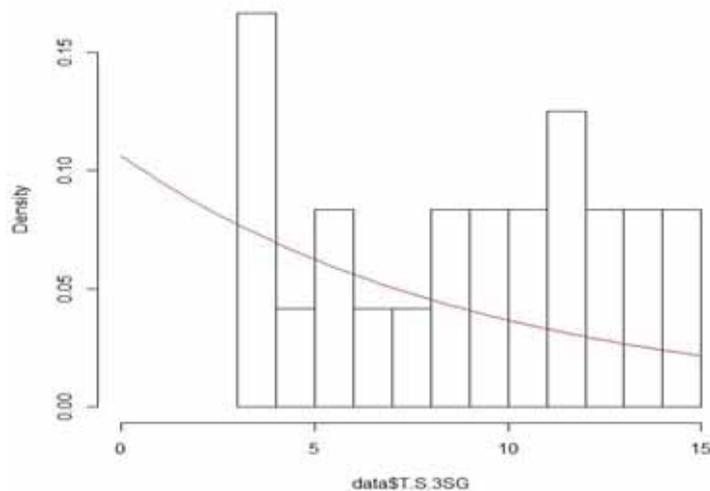
$$\mu_A = 4.583$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.610$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Gastroenterología de la tercera semana.**

- **Histograma del tiempo de servicio de la tercera semana de Gastroenterología.**

listograma de tiempo de servicio de la tercera semana de Gastroentero



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.3SG,"pexp",ajust3sg$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.3SG

D = 0.27282, p-value = 0.05616

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.3SG, "pexp", ajust3sg\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05616>0.05 , por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 15.123$$

$$\sigma_s = 3.889$$

$$\mu_s = 9.417$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.413$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.487$$

- **Multiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.271$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 2.552$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.557$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

D. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°4 de Gastroenterología de la cuarta semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°4 de Gastroenterología de la cuarta semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 31. Ficha de observación del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:25:00	9:40:00	9:49:00
2	6:28:00	9:50:00	9:56:00
3	6:36:00	9:57:00	10:08:00
4	6:40:00	10:09:00	10:17:00
5	6:47:00	10:18:00	10:31:00
6	6:49:00	10:32:00	10:40:00
7	6:54:00	10:41:00	10:51:00
8	7:01:00	10:52:00	10:58:00
9	7:09:00	10:59:00	11:13:00
10	7:16:00	11:14:00	11:23:00
11	7:21:00	11:24:00	11:28:00
12	7:30:00	11:29:00	11:41:00
13	7:34:00	11:42:00	11:52:00
14	7:39:00	11:53:00	12:00:00
15	7:48:00	12:01:00	12:13:00
16	7:52:00	12:14:00	12:17:00
17	8:00:00	12:18:00	12:23:00
18	8:03:00	12:24:00	12:27:00

Los pacientes llegan al consultorio de gastroenterología en la cuarta semana a partir de las 6:25 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9:40 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°32. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 4 de Gastroenterología de la cuarta semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 32. Ficha de procesamiento del Consultorio N°4 de Gastroenterología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:09:00	3:15:00
2	1	0:03:00	0:06:00	3:22:00
3	2	0:08:00	0:11:00	3:21:00
4	3	0:04:00	0:08:00	3:29:00
5	4	0:07:00	0:13:00	3:31:00
6	5	0:02:00	0:08:00	3:43:00
7	6	0:05:00	0:10:00	3:47:00
8	7	0:07:00	0:06:00	3:51:00
9	8	0:08:00	0:14:00	3:50:00
10	9	0:07:00	0:09:00	3:58:00
11	10	0:05:00	0:04:00	4:03:00
12	11	0:09:00	0:12:00	3:59:00
13	12	0:04:00	0:10:00	4:08:00
14	13	0:05:00	0:07:00	4:14:00
15	14	0:09:00	0:12:00	4:13:00
16	15	0:04:00	0:03:00	4:22:00
17	16	0:08:00	0:05:00	4:18:00
18	17	0:03:00	0:03:00	4:21:00
PROMEDIO	8.5	0:05:27	0:08:20	3:52:30

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de gastroenterología de la cuarta semana es en promedio de 8.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 27seg.

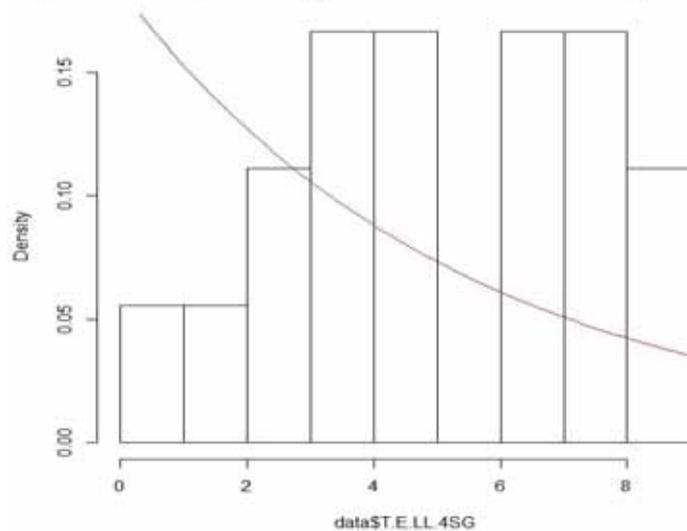
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de gastroenterología de la cuarta semana es de 8min 20seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de gastroenterología en la cuarta semana es de 3h 52min 30seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la cuarta semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Gastroenterología.**

stograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de gastroenter



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.4SG,"pexp",ajust4sg$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.4SG

D = 0.31253, p-value = 0.05942

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In `ks.test(data$T.E.LL.4SG, "pexp", ajust4sg$estimate)` :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05942>0.05 , por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 6.614$$

$$\sigma_A = 2.572$$

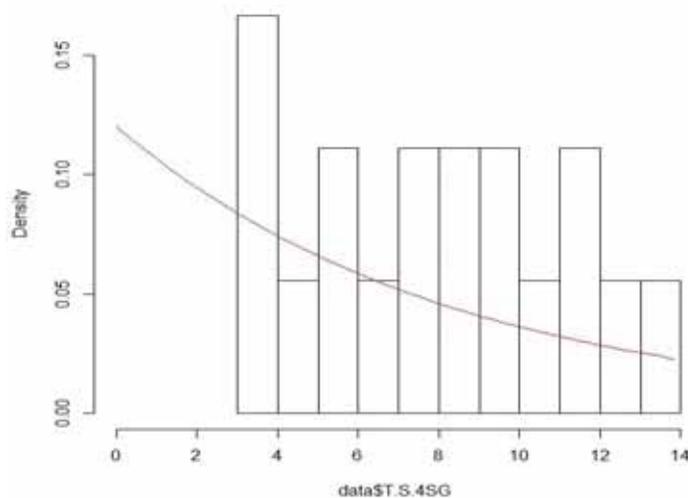
$$\mu_A = 5.444$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.472$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Gastroenterología de la cuarta semana.**

- **Histograma del tiempo de servicio de la cuarta semana de Gastroenterología.**

histograma de tiempo de servicio de la cuarta semana de Gastroenterol



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Gastroenterología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.4SG,"pexp",ajust4sg$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.4SG
```

```
D = 0.30232, p-value = 0.07448
```

```
alternative hypothesis: two-sided
```

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.4SG, "pexp", ajust4sg$estimate) :
```

```
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.
```

Interpretacion:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.07448>0.05 , por lo que no se rechaza la hipotesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 11.412$$

$$\sigma_s = 3.378$$

$$\mu_s = 8.333$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.405$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.653$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.451$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 2.333$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 3.758$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.690$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

5.5. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°5 de Infectología de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de medicina.

A. Tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la primera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la primera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguiente.

Tabla 33. Ficha de observación del Consultorio N° 5 de Infectología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:30:00	8:20:00	8:29:00
2	7:33:00	8:30:00	8:36:00
3	7:38:00	8:37:00	8:48:00
4	7:40:00	8:50:00	8:58:00
5	7:43:00	9:00:00	9:13:00
6	7:50:00	9:14:00	9:22:00
7	7:52:00	9:23:00	9:33:00
8	7:58:00	9:34:00	9:40:00
9	8:02:00	9:43:00	9:57:00
10	8:04:00	10:00:00	10:09:00
11	8:06:00	10:10:00	10:14:00
12	8:07:00	10:15:00	10:27:00
13	8:12:00	10:28:00	10:38:00
14	8:18:00	10:40:00	10:47:00
15	8:23:00	10:48:00	11:00:00
16	8:26:00	11:02:00	11:05:00
17	8:32:00	11:07:00	11:12:00
18	8:40:00	11:13:00	11:16:00

Los pacientes llegan al consultorio de Infectología en la primera semana a partir de las 7:30 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 8:20 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°34. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la primera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 34. Ficha de procesamiento del Consultorio N°5 de Infectología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:09:00	0:50:00
2	1	0:03:00	0:06:00	0:57:00
3	2	0:05:00	0:11:00	0:59:00
4	3	0:02:00	0:08:00	1:10:00
5	4	0:03:00	0:13:00	1:17:00
6	5	0:07:00	0:08:00	1:24:00
7	6	0:02:00	0:10:00	1:31:00
8	7	0:06:00	0:06:00	1:36:00
9	8	0:04:00	0:14:00	1:41:00
10	9	0:02:00	0:09:00	1:56:00
11	10	0:02:00	0:04:00	2:04:00
12	11	0:01:00	0:12:00	2:08:00
13	12	0:05:00	0:10:00	2:16:00
14	13	0:06:00	0:07:00	2:22:00
15	14	0:05:00	0:12:00	2:25:00
16	15	0:03:00	0:03:00	2:36:00
17	16	0:06:00	0:05:00	2:35:00
18	17	0:08:00	0:03:00	2:33:00
PROMEDIO	8.5	0:03:53	0:08:20	1:47:47

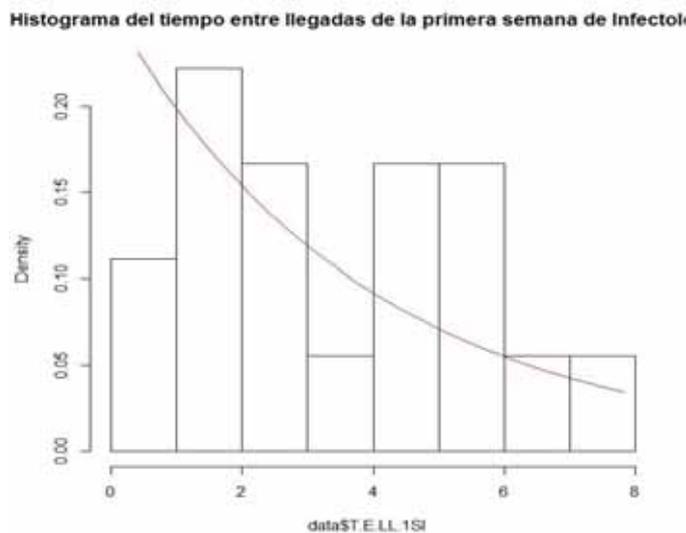
La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de Infectología de la primera semana es en promedio de 8.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor. El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 3 min 53 seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de Infectología de la primera semana es de 8min 20seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de Infectología en la primera semana es de 1h 47min 47seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Infectología de la primera semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Infectología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Infectología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SI,"pexp",ajust1si$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.1SI

D = 0.29096, p-value = 0.09493

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.1SI, "pexp", ajust1si\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.09493>0.05 ,por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 4.928$$

$$\sigma_A = 2.2199$$

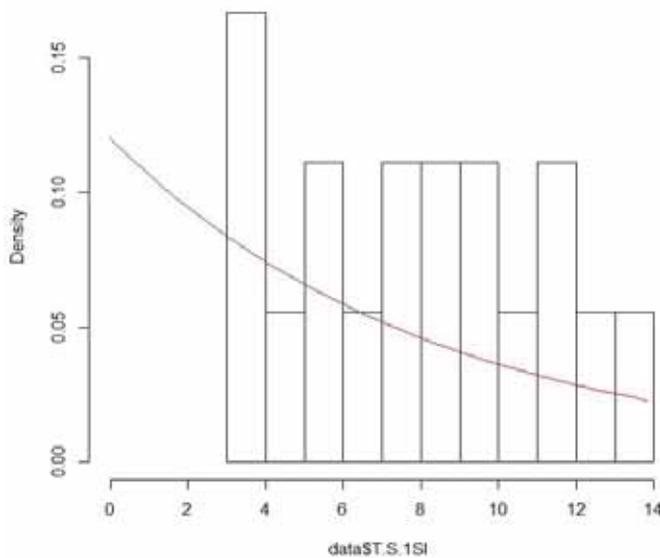
$$\mu_A = 3.889$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.5708$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Infectología de la primera semana.

- **Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Infectología.**

Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Infectología



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Infectología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H₀: El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a: El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SI,"pexp",ajust1si$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.1SI
```

```
D = 0.30232, p-value = 0.07448
```

```
alternative hypothesis: two-sided
```

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.1SI, "pexp", ajust1si$estimate) :
```

```
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
```

Interpretación:

con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.07448>0.05 ,por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 11.412$$

$$\sigma_s = 3.378$$

$$\mu_s = 8.333$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.405$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.467$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.245$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 2.042$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.525$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

B. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes.

Tabla 35. Ficha de observación del Consultorio N° 5 de Infectología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:25:00	8:30:00	8:34:00
2	7:39:00	8:35:00	8:41:00
3	7:43:00	8:42:00	8:47:00
4	7:45:00	8:48:00	8:57:00
5	7:49:00	9:00:00	9:12:00
6	7:56:00	9:13:00	9:21:00
7	8:04:00	9:22:00	9:33:00
8	8:13:00	9:34:00	9:47:00
9	8:26:00	9:48:00	10:02:00
10	8:28:00	10:03:00	10:16:00
11	8:32:00	10:17:00	10:30:00
12	8:37:00	10:32:00	10:45:00
13	8:39:00	10:46:00	10:56:00
14	8:42:00	10:57:00	11:04:00
15	8:43:00	11:05:00	11:14:00
16	8:49:00	11:15:00	11:21:00
17	8:56:00	11:22:00	11:25:00
18	8:58:00	11:26:00	11:31:00
19	9:03:00	11:34:00	11:37:00

Los pacientes llegan al consultorio de Infectología en la segunda semana a partir de las 7:25 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 8:30 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°36 . Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 36. Ficha de procesamiento del Consultorio N°5 de Infectología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:04:00	1:05:00
2	1	0:14:00	0:06:00	0:56:00
3	2	0:04:00	0:05:00	0:59:00
4	3	0:02:00	0:09:00	1:03:00
5	4	0:04:00	0:12:00	1:11:00
6	5	0:07:00	0:08:00	1:17:00
7	6	0:08:00	0:11:00	1:18:00
8	7	0:09:00	0:13:00	1:21:00
9	8	0:13:00	0:14:00	1:22:00
10	9	0:02:00	0:13:00	1:35:00
11	10	0:04:00	0:13:00	1:45:00
12	11	0:05:00	0:13:00	1:55:00
13	12	0:02:00	0:10:00	2:07:00
14	13	0:03:00	0:07:00	2:15:00
15	14	0:01:00	0:09:00	2:22:00
16	15	0:06:00	0:06:00	2:26:00
17	16	0:07:00	0:03:00	2:26:00
18	17	0:02:00	0:05:00	2:28:00
19	18	0:05:00	0:03:00	2:31:00
PROMEDIO	9	0:05:09	0:08:38	1:42:13

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de Infectología de la segunda semana es en promedio de 9 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 9seg.

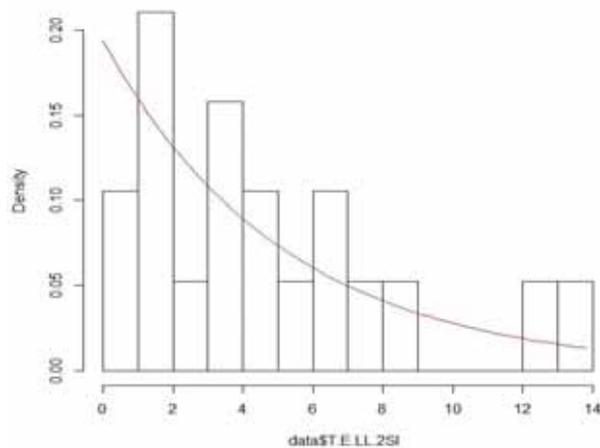
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de Infectología de la segunda semana es de 8min 38seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del Infectología en la segunda semana es de 1h 42m 13seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Infectología de la segunda semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Infectología.**

Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Infectol



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de infectologia de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.2SI,"pexp",ajust2si$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.2SI

D = 0.21616, p-value = 0.3372

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.2SI, "pexp", ajust2si\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.3372 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 14.585$$

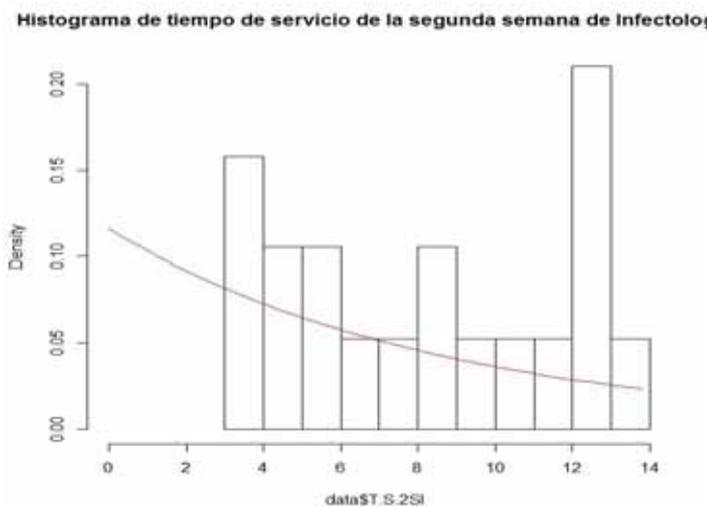
$$\sigma_A = 3.819$$

$$\mu_A = 5.158$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.740$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Infectología de la segunda semana.

- **Histograma del tiempo de servicio de la segunda semana de Infectología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Infectología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.2SI,"pexp",ajust2si$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.2SI

D = 0.29359, p-value = 0.0756

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.2SI, "pexp", ajust2si\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.0756 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 14.023$$

$$\sigma_s = 3.745$$

$$\mu_s = 8.632$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.434$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.598$$

- Multiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.552$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 4.765$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.924$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

C. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la tercera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 37. Ficha de observación del Consultorio N° 5 de Infectología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:00:00	8:25:00	8:29:00
2	7:06:00	8:30:00	8:37:00
3	7:09:00	8:38:00	8:43:00
4	7:12:00	8:44:00	8:53:00
5	7:19:00	8:54:00	9:06:00
6	7:21:00	9:07:00	9:15:00
7	7:26:00	9:16:00	9:27:00
8	7:30:00	9:28:00	9:41:00
9	7:36:00	9:42:00	9:56:00
10	7:41:00	9:57:00	10:10:00
11	7:49:00	10:11:00	10:23:00
12	7:52:00	10:24:00	10:37:00
13	7:58:00	10:38:00	10:51:00
14	8:03:00	10:53:00	11:03:00
15	8:05:00	11:04:00	11:11:00
16	8:07:00	11:12:00	11:21:00
17	8:20:00	11:23:00	11:29:00
18	8:27:00	11:30:00	11:33:00
19	8:30:00	11:35:00	11:40:00
20	8:35:00	11:43:00	11:46:00

Los pacientes llegan al consultorio de Infectología en la tercera semana a partir de las 7:00 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 8:25 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°38. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la tercera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 38. Ficha de procesamiento del Consultorio N°5 de Infectología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:04:00	1:25:00
2	1	0:06:00	0:07:00	1:24:00
3	2	0:03:00	0:05:00	1:29:00
4	3	0:03:00	0:09:00	1:32:00
5	4	0:07:00	0:12:00	1:35:00
6	5	0:02:00	0:08:00	1:46:00
7	6	0:05:00	0:11:00	1:50:00
8	7	0:04:00	0:13:00	1:58:00
9	8	0:06:00	0:14:00	2:06:00
10	9	0:05:00	0:13:00	2:16:00
11	10	0:08:00	0:12:00	2:22:00
12	11	0:03:00	0:13:00	2:32:00
13	12	0:06:00	0:13:00	2:40:00
14	13	0:05:00	0:10:00	2:50:00
15	14	0:02:00	0:07:00	2:59:00
16	15	0:02:00	0:09:00	3:05:00
17	16	0:13:00	0:06:00	3:03:00
18	17	0:07:00	0:03:00	3:03:00
19	18	0:03:00	0:05:00	3:05:00
20	19	0:05:00	0:03:00	3:08:00
PROMEDIO	9.5	0:04:45	0:08:51	2:18:24

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de Infectología de la tercera semana es en promedio de 9.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

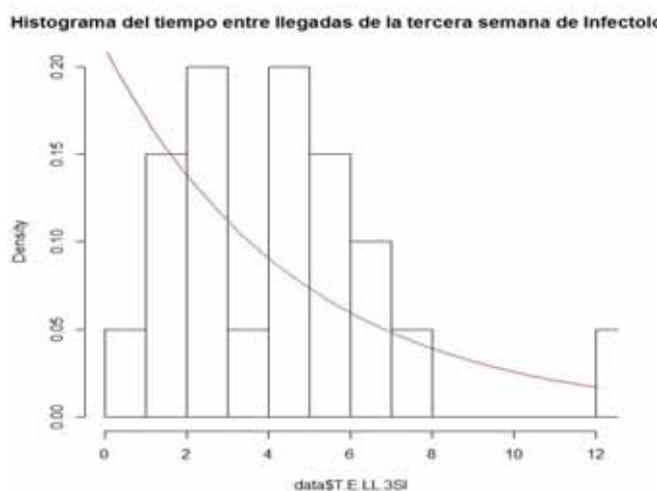
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4 min 45seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de Infectología de la tercera semana es de 8min 51seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de cardiología en la tercera semana es de 2h 18min 24seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Infectología de la tercera semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Infectología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Infectología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SI,"pexp",ajust3si$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.3SI

D = 0.29364, p-value = 0.06355

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.3SI, "pexp", ajust3si\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.06355 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 7.987$$

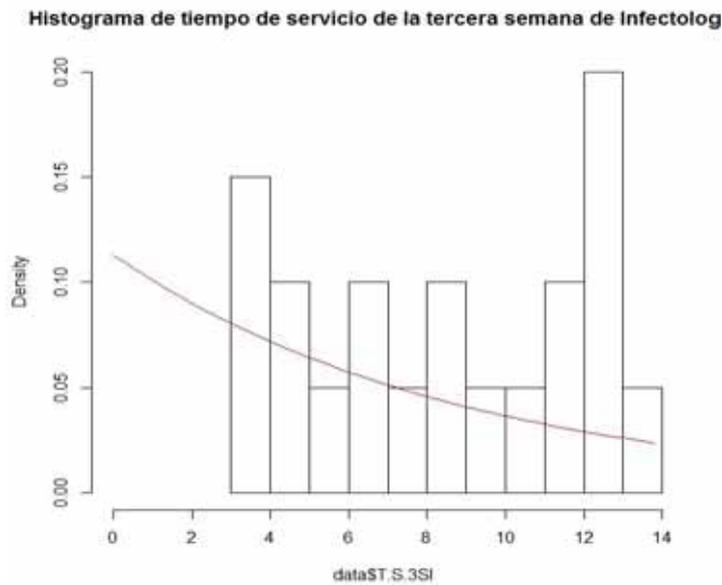
$$\sigma_A = 2.826$$

$$\mu_A = 4.75$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.595$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Infectología de la tercera semana.

- **Histograma del tiempo de servicio de la tercera semana de Infectología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Infectología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.3SI,"pexp",ajust3si$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.3SI
```

D = 0.28751, p-value = 0.07329

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.3SI, "pexp", ajust3si$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.07329 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 13.608$$

$$\sigma_s = 3.689$$

$$\mu_s = 8.85$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.417$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_S} = 0.537$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_S^2}{2} \right) = 0.264$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 2.336$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.492$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

D. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la cuarta semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la cuarta semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes.

Tabla 39. Ficha de observación del Consultorio N°5 de Infectología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:20:00	8:40:00	8:46:00
2	7:23:00	8:47:00	8:54:00
3	7:25:00	8:56:00	9:05:00
4	7:34:00	9:06:00	9:17:00
5	7:39:00	9:18:00	9:30:00
6	7:49:00	9:31:00	9:39:00
7	7:54:00	9:40:00	9:54:00
8	7:57:00	9:56:00	10:09:00
9	8:05:00	10:10:00	10:24:00
10	8:11:00	10:25:00	10:38:00
11	8:20:00	10:40:00	10:52:00
12	8:26:00	10:53:00	11:08:00
13	8:30:00	11:10:00	11:23:00
14	8:33:00	11:24:00	11:35:00
15	8:39:00	11:37:00	11:46:00
16	8:46:00	11:47:00	11:57:00
17	8:49:00	11:58:00	12:11:00
18	8:57:00	12:12:00	12:16:00
19	9:01:00	12:18:00	12:23:00
20	9:02:00	12:25:00	12:28:00

Los pacientes llegan al consultorio de Infectología en la cuarta semana a partir de las 7:20 am; el sistema de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 8:40 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°40 . Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°5 de Infectología de la cuarta semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 40. Ficha de procesamiento del Consultorio N°5 de Infectología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:06:00	1:20:00
2	1	0:03:00	0:07:00	1:24:00
3	2	0:02:00	0:09:00	1:31:00
4	3	0:09:00	0:11:00	1:32:00
5	4	0:05:00	0:12:00	1:39:00
6	5	0:10:00	0:08:00	1:42:00
7	6	0:05:00	0:14:00	1:46:00
8	7	0:03:00	0:13:00	1:59:00
9	8	0:08:00	0:14:00	2:05:00
10	9	0:06:00	0:13:00	2:14:00
11	10	0:09:00	0:12:00	2:20:00
12	11	0:06:00	0:15:00	2:27:00
13	12	0:04:00	0:13:00	2:40:00
14	13	0:03:00	0:11:00	2:51:00
15	14	0:06:00	0:09:00	2:58:00
16	15	0:07:00	0:10:00	3:01:00
17	16	0:03:00	0:13:00	3:09:00
18	17	0:08:00	0:04:00	3:15:00
19	18	0:04:00	0:05:00	3:17:00
20	19	0:01:00	0:03:00	3:23:00
PROMEDIO	9.5	0:05:06	0:10:06	2:19:39

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de Infectología de la cuarta semana es en promedio de 9.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 6seg.

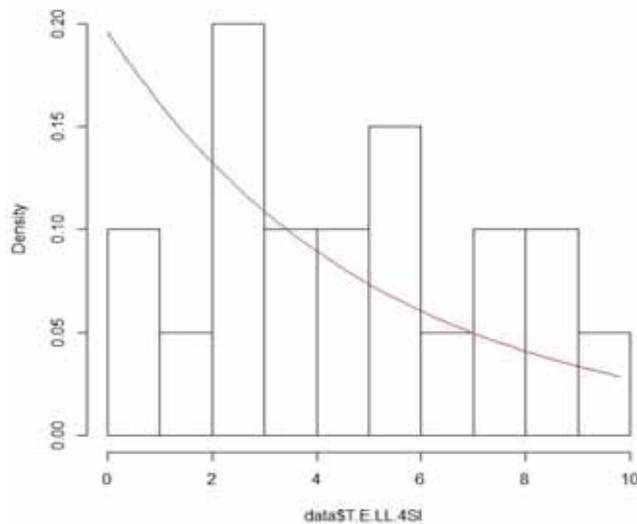
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de Infectología de la cuarta semana es de 10min 6seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de Infectología en la cuarta semana es de 2h 19min 39seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Infectología de la cuarta semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Infectología.**

Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Infectolc



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Infectologia de la cuarta semana semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.4SI,"pexp",ajust4si$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.4SI

D = 0.29469, p-value = 0.062

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.4SI, "pexp", ajust4si\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.062 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 7.884$$

$$\sigma_A = 2.808$$

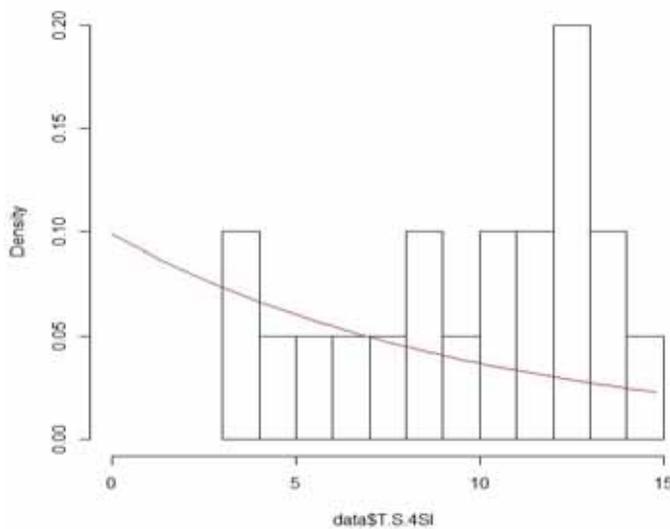
$$\mu_A = 5.1$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.551$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Infectología de la cuarta semana.

- **Histograma de tiempo de servicio de la cuarta semana de Infectología.**

Histograma de tiempo de servicio de la cuarta semana de Infectolog



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Infectología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H₀: El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a: El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.4SI,"pexp",ajust4si$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.4SI
```

D = 0.29996, p-value = 0.0547

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.4SI, "pexp", ajust4si$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.0547 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 12.832$$

$$\sigma_s = 3.582$$

$$\mu_s = 10.1$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.355$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.505$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.215$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 2.172$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.426$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

5.6. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°6 de Medicina Interna de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.

A. Tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°6 de Medicina Interna de la primera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°6 de Medicina Interna de la primera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de Cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 41. Ficha de observación del Consultorio N° 6 de Medicina Interna de la primera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:40:00	8:40:00	8:49:00
2	6:46:00	8:50:00	8:57:00
3	6:48:00	8:59:00	9:13:00
4	6:55:00	9:15:00	9:27:00
5	7:04:00	9:28:00	9:41:00
6	7:10:00	9:42:00	9:54:00
7	7:21:00	9:55:00	10:10:00
8	7:30:00	10:12:00	10:24:00
9	7:33:00	10:25:00	10:39:00
10	7:40:00	10:40:00	10:53:00
11	7:45:00	10:55:00	11:00:00
12	7:49:00	11:02:00	11:15:00
13	7:56:00	11:17:00	11:31:00
14	8:00:00	11:33:00	11:41:00
15	8:06:00	11:43:00	11:55:00
16	8:14:00	11:57:00	12:08:00
17	8:17:00	12:10:00	12:16:00
18	8:20:00	12:18:00	12:22:00

Los pacientes llegan al consultorio de medicina interna en la primera semana a partir de las 6:40 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 8:40 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 42. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°6 de Medicina Interna de la primera semana

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 42. Ficha de procesamiento del Consultorio N°6 de Medicina Interna de la primera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:09:00	2:00:00
2	1	0:06:00	0:07:00	2:04:00
3	2	0:02:00	0:14:00	2:11:00
4	3	0:07:00	0:12:00	2:20:00
5	4	0:09:00	0:13:00	2:24:00
6	5	0:06:00	0:12:00	2:32:00
7	6	0:11:00	0:15:00	2:34:00
8	7	0:09:00	0:12:00	2:42:00
9	8	0:03:00	0:14:00	2:52:00
10	9	0:07:00	0:13:00	3:00:00
11	10	0:05:00	0:05:00	3:10:00
12	11	0:04:00	0:13:00	3:13:00
13	12	0:07:00	0:14:00	3:21:00
14	13	0:04:00	0:08:00	3:33:00
15	14	0:06:00	0:12:00	3:37:00
16	15	0:08:00	0:11:00	3:43:00
17	16	0:03:00	0:06:00	3:53:00
18	17	0:03:00	0:04:00	3:58:00
PROMEDIO	8.5	0:05:33	0:10:47	2:57:03

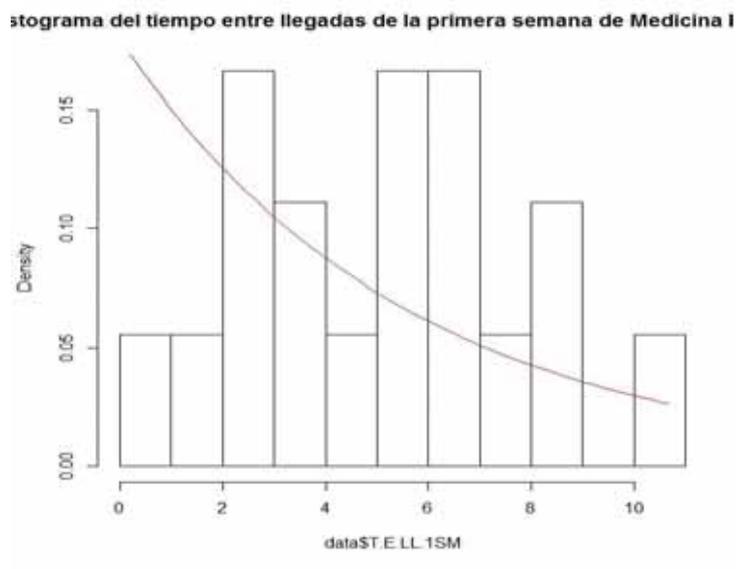
La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de medicina interna de la primera semana es en promedio de 8.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor. El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5 min 33seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de medicina interna de la primera semana es de 10min 47seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de medicina interna en la primera semana es de 2h 57min 3seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la primera semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Medicina Interna.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SM,"pexp",ajust1sm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.1SM

D = 0.30614, p-value = 0.0685

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.1SM, "pexp", ajust1sm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.0685 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 7.908$$

$$\sigma_A = 2.812$$

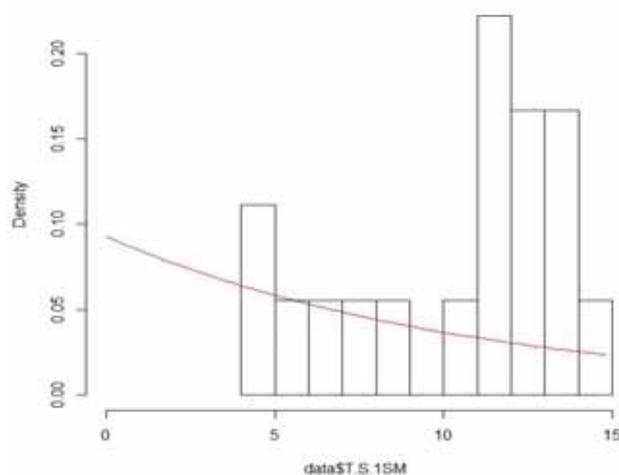
$$\mu_A = 5.556$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.506$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Medicina Interna de la primera semana.

- Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Medicina Interna.

histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Medicina Int



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SM,"pexp",ajustlsm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.1SM
```

D = 0.31579, p-value = 0.05519

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.1SM, "pexp", ajustlsm$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05519 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 11.595$$

$$\sigma_s = 3.405$$

$$\mu_s = 10.778$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.316$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.515$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.178$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.918$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.345$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

B. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°6 de Medicina Interna de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°6 de Medicina Interna de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 43. Ficha de observación del Consultorio N°6 de Medicina Interna de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:00:00	8:35:00	8:43:00
2	7:05:00	8:44:00	8:51:00
3	7:14:00	8:53:00	9:07:00
4	7:17:00	9:08:00	9:20:00
5	7:22:00	9:22:00	9:34:00
6	7:32:00	9:36:00	9:51:00
7	7:40:00	9:53:00	10:05:00
8	7:46:00	10:06:00	10:20:00
9	7:53:00	10:21:00	10:34:00
10	7:54:00	10:35:00	10:40:00
11	7:58:00	10:42:00	10:55:00
12	8:12:00	10:56:00	11:10:00
13	8:16:00	11:12:00	11:20:00
14	8:24:00	11:21:00	11:33:00
15	8:28:00	11:34:00	11:45:00
16	8:34:00	11:47:00	11:53:00
17	8:39:00	11:55:00	11:59:00

Los pacientes llegan al consultorio de medicina interna en la segunda semana a partir de las 7:00 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:35 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°44. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°6 de Medicina Interna.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 44. Ficha de procesamiento del Consultorio N°6 de Medicina Interna de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:08:00	1:35:00
2	1	0:05:00	0:07:00	1:39:00
3	2	0:09:00	0:14:00	1:39:00
4	3	0:03:00	0:12:00	1:51:00
5	4	0:05:00	0:12:00	2:00:00
6	5	0:10:00	0:15:00	2:04:00
7	6	0:08:00	0:12:00	2:13:00
8	7	0:06:00	0:14:00	2:20:00
9	8	0:07:00	0:13:00	2:28:00
10	9	0:01:00	0:05:00	2:41:00
11	10	0:04:00	0:13:00	2:44:00
12	11	0:14:00	0:14:00	2:44:00
13	12	0:04:00	0:08:00	2:56:00
14	13	0:08:00	0:12:00	2:57:00
15	14	0:04:00	0:11:00	3:06:00
16	15	0:06:00	0:06:00	3:13:00
17	16	0:05:00	0:04:00	3:16:00
PROMEDIO	8	0:05:49	0:10:35	2:26:14

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de medicina interna de la segunda semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 49seg.

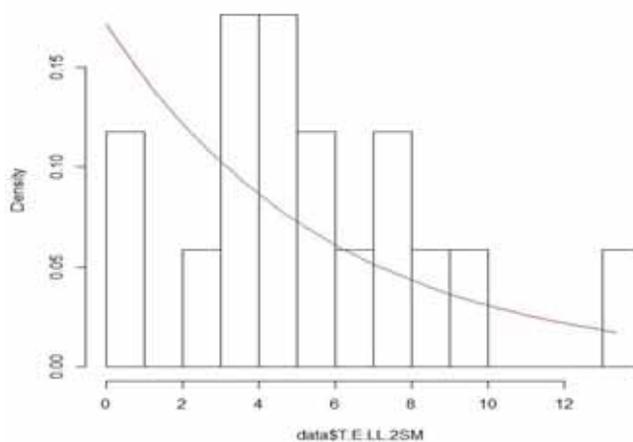
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de medicina interna de la segunda semana es de 10min 35seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de cardiología en la segunda semana es de 2h 26min 14seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la segunda semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Medicina Interna.**

rograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Medicina



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.2SM,"pexp",ajust2sm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.2SM

D = 0.32038, p-value = 0.06101

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.2SM, "pexp", ajust2sm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.06101 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 11.404$$

$$\sigma_A = 3.378$$

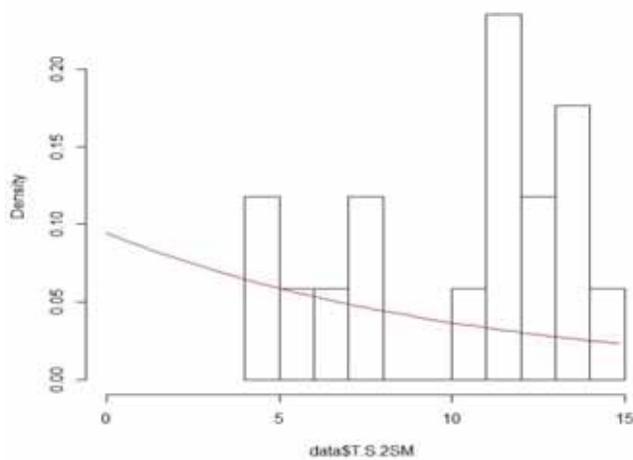
$$\mu_A = 5.824$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.580$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Medicina Interna de la segunda semana.

- **Histograma de tiempo de servicio de la segunda semana de Medicina Interna.**

histograma de tiempo de servicio de la segunda semana de Medicina In



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.2SM,"pexp",ajust2sm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.2SM
```

D = 0.31756, p-value = 0.06485

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.2SM, "pexp", ajust2sm$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.06485 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 12.257$$

$$\sigma_s = 3.501$$

$$\mu_s = 10.588$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.331$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.550$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.334$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 3.536$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.607$$

→ Con este resultado se analiza que:

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es M/M/S=1/K = ∞/H= ∞/Z = FIFO: M/M/1, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera S=1, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola K = ∞ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial H= ∞*

- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

C. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°6 de Medicina Interna de la tercera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°6 Medicina Interna de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 45. Ficha de observación del Consultorio N° 6 de Medicina Interna de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:05:00	8:30:00	8:45:00
2	7:07:00	8:46:00	8:54:00
3	7:14:00	8:55:00	9:10:00
4	7:23:00	9:11:00	9:27:00
5	7:27:00	9:28:00	9:42:00
6	7:35:00	9:43:00	9:58:00
7	7:39:00	10:00:00	10:14:00
8	7:45:00	10:15:00	10:30:00
9	7:54:00	10:31:00	10:47:00
10	8:01:00	10:48:00	10:54:00
11	8:03:00	10:55:00	11:10:00
12	8:08:00	11:12:00	11:28:00
13	8:15:00	11:30:00	11:40:00
14	8:19:00	11:42:00	11:57:00
15	8:25:00	11:58:00	12:10:00
16	8:28:00	12:12:00	12:19:00
17	8:33:00	12:20:00	12:25:00

Los pacientes llegan al consultorio de medicina interna en la tercera semana a partir de las 7:05 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:30 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°46. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°6 de medicina interna de la tercera semana

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 46. Ficha de procesamiento del Consultorio N°6 de Medicina Interna de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:15:00	1:25:00
2	1	0:02:00	0:08:00	1:39:00
3	2	0:07:00	0:15:00	1:41:00
4	3	0:09:00	0:16:00	1:48:00
5	4	0:04:00	0:14:00	2:01:00
6	5	0:08:00	0:15:00	2:08:00
7	6	0:04:00	0:14:00	2:21:00
8	7	0:06:00	0:15:00	2:30:00
9	8	0:09:00	0:16:00	2:37:00
10	9	0:07:00	0:06:00	2:47:00
11	10	0:02:00	0:15:00	2:52:00
12	11	0:05:00	0:16:00	3:04:00
13	12	0:07:00	0:10:00	3:15:00
14	13	0:04:00	0:15:00	3:23:00
15	14	0:06:00	0:12:00	3:33:00
16	15	0:03:00	0:07:00	3:44:00
17	16	0:05:00	0:05:00	3:47:00
PROMEDIO	8	0:05:11	0:12:35	2:37:21

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de medicina interna de la tercera semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 11seg.

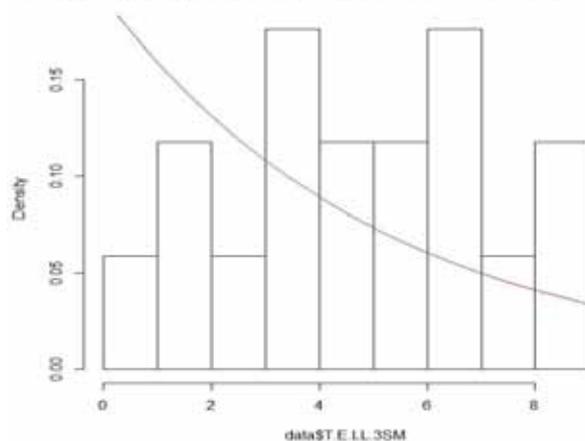
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de medicina interna de la tercera semana es de 12min 35seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de medicina interna en la segunda semana es de 2h 37min 21seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la tercera semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Medicina Interna.**

stograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Medicina i



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SM,"pexp",ajust3sm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.3SM

D = 0.30295, p-value = 0.08826

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.3SM, "pexp", ajust3sm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.08826 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 6.529$$

$$\sigma_A = 2.555$$

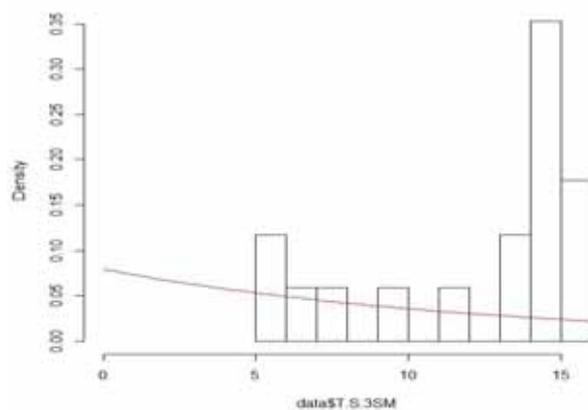
$$\mu_A = 5.176$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.494$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Medicina Interna de la tercera semana.

- Histograma de tiempo de servicio de la tercera semana de Medicina Interna.

Histograma de tiempo de servicio de la tercera semana de Medicina Int



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

ks.test(data\$T.S.3SM,"pexp",ajust3sm\$estimate)

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.3SM

D = 0.3278, p-value = 0.05181

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.3SM, "pexp", ajust3sm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05181 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 14.632$$

$$\sigma_s = 3.825$$

$$\mu_s = 12.588$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.304$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.411$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.112$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.6667$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.4099$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.272$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

D. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°6 de Medicina Interna de la cuarta semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°6 de Medicina Interna de la cuarta semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 47. Ficha de observación del Consultorio N° 6 de Medicina Interna de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:12:00	8:32:00	8:41:00
2	7:15:00	8:42:00	8:49:00
3	7:22:00	8:50:00	9:06:00
4	7:26:00	9:07:00	9:20:00
5	7:35:00	9:21:00	9:38:00
6	7:42:00	9:39:00	9:50:00
7	7:47:00	9:51:00	10:07:00
8	7:57:00	10:08:00	10:23:00
9	8:06:00	10:24:00	10:40:00
10	8:10:00	10:41:00	10:58:00
11	8:17:00	11:00:00	11:06:00
12	8:23:00	11:08:00	11:24:00
13	8:28:00	11:25:00	11:41:00
14	8:31:00	11:42:00	11:50:00
15	8:33:00	11:52:00	12:07:00
16	8:38:00	12:08:00	12:25:00
17	8:44:00	12:27:00	12:43:00
18	8:51:00	12:44:00	12:49:00

Los pacientes llegan al consultorio de medicina interna en la cuarta semana a partir de las 7:12am; el sistema de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 8:32 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°48 . Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 6 de Medicina Interna de la cuarta semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 48. Ficha de procesamiento del Consultorio N°6 de Medicina Interna de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:09:00	1:20:00
2	1	0:03:00	0:07:00	1:27:00
3	2	0:07:00	0:16:00	1:28:00
4	3	0:04:00	0:13:00	1:41:00
5	4	0:09:00	0:17:00	1:46:00
6	5	0:07:00	0:11:00	1:57:00
7	6	0:05:00	0:16:00	2:04:00
8	7	0:10:00	0:15:00	2:11:00
9	8	0:09:00	0:16:00	2:18:00
10	9	0:04:00	0:17:00	2:31:00
11	10	0:07:00	0:06:00	2:43:00
12	11	0:06:00	0:16:00	2:45:00
13	12	0:05:00	0:16:00	2:57:00
14	13	0:03:00	0:08:00	3:11:00
15	14	0:02:00	0:15:00	3:19:00
16	15	0:05:00	0:17:00	3:30:00
17	16	0:06:00	0:16:00	3:43:00
18	17	0:07:00	0:05:00	3:53:00
PROMEDIO	9	0:05:30	0:13:07	2:29:07

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de medicina interna de la cuarta semana es en promedio de 9 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5 min 30 seg.

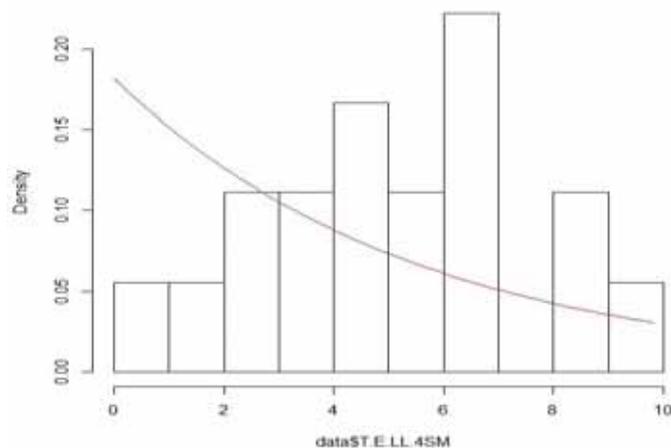
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de medicina interna de la cuarta semana es de 13min 7seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de medicina interna en la cuarta semana es de 2h 29min 7seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la cuarta semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Medicina Interna.**

histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Medicina Ir



- **Prueba de bondad de ajuste.**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.4SM,"pexp",ajust4sm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.4SM
```

```
D = 0.30931, p-value = 0.06386
```

```
alternative hypothesis: two-sided
```

Warning message:

```
In ks.test(data$T.E.LL.4SM, "pexp", ajust4sm$estimate) :
```

```
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.
```

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.06386 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 6.735$$

$$\sigma_A = 2.596$$

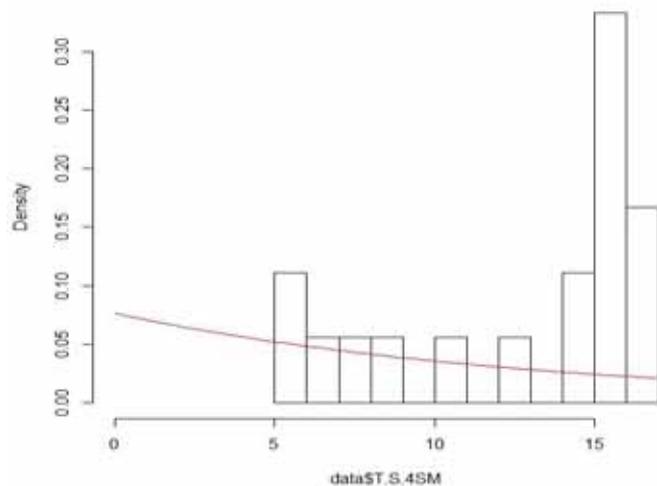
$$\mu_A = 5.5$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.472$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Medicina Interna de la cuarta semana.

- **Histograma de tiempo de servicio de la cuarta semana de Medicina Interna.**

Histograma de tiempo de servicio de la cuarta semana de Medicina Int



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Medicina Interna de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.4SM,"pexp",ajust4sm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.4SM

D = 0.31707, p-value = 0.05361

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.4SM, "pexp", ajust4sm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05361 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 17.869$$

$$\sigma_s = 4.227$$

$$\mu_s = 13.111$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.322$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.419$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.109$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.6667$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.429$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.2598$$

→ Con este resultado se analiza que:

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es M/M/S=1/K = ∞/H= ∞/Z = FIFO: M/M/1, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera S=1, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola K = ∞ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial H= ∞*

- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

5.7. Análisis de los tiempos de llegada y servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.

A. Tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la primera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la primera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de Cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 49. Ficha de observación del Consultorio N°7 de Nefrología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:30:00	9:17:00	9:24:00
2	6:36:00	9:25:00	9:28:00
3	6:37:00	9:30:00	9:42:00
4	6:38:00	9:43:00	9:48:00
5	6:40:00	9:50:00	10:00:00
6	6:45:00	10:01:00	10:12:00
7	6:48:00	10:13:00	10:25:00
8	6:50:00	10:26:00	10:33:00
9	6:53:00	10:34:00	10:45:00
10	6:58:00	10:46:00	10:51:00
11	7:10:00	10:52:00	11:02:00
12	7:15:00	11:04:00	11:16:00
13	7:17:00	11:17:00	11:24:00
14	7:21:00	11:25:00	11:36:00
15	7:24:00	11:38:00	11:50:00
16	7:29:00	11:52:00	11:56:00
17	7:38:00	11:57:00	12:07:00
18	7:45:00	12:08:00	12:14:00
19	7:56:00	12:15:00	12:26:00
20	8:10:00	12:27:00	12:30:00

Los pacientes llegan al consultorio de nefrología en la primera semana a partir de las 6:30 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 9:17 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 50 . Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N° 7 de Nefrología de la primera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 50. Ficha de procesamiento del Consultorio N°7 de Nefrología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:07:00	2:47:00
2	1	0:06:00	0:03:00	2:49:00
3	2	0:01:00	0:12:00	2:53:00
4	3	0:01:00	0:05:00	3:05:00
5	4	0:02:00	0:10:00	3:10:00
6	5	0:05:00	0:11:00	3:16:00
7	6	0:03:00	0:12:00	3:25:00
8	7	0:02:00	0:07:00	3:36:00
9	8	0:03:00	0:11:00	3:41:00
10	9	0:05:00	0:05:00	3:48:00
11	10	0:12:00	0:10:00	3:42:00
12	11	0:05:00	0:12:00	3:49:00
13	12	0:02:00	0:07:00	4:00:00
14	13	0:04:00	0:11:00	4:04:00
15	14	0:03:00	0:12:00	4:14:00
16	15	0:05:00	0:04:00	4:23:00
17	16	0:09:00	0:10:00	4:19:00
18	17	0:07:00	0:06:00	4:23:00
19	18	0:11:00	0:11:00	4:19:00
20	19	0:14:00	0:03:00	4:17:00
PROMEDIO	9.5	0:05:00	0:08:27	3:42:00

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de nefrología de la primera semana es en promedio de 9.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

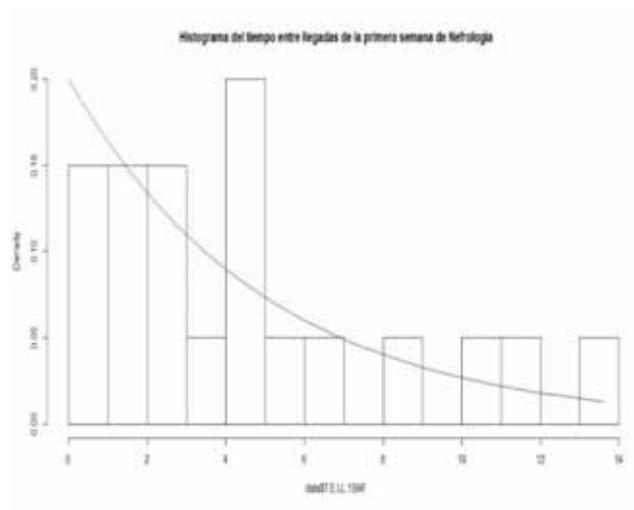
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5 min.

El tiempo de promedio servicio de atención al paciente en el consultorio de nefrología de la primera semana es de 8min 27seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de nefrología en la primera semana es de 3h 42min.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de nefrología de la primera semana

- Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Nefrología



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Nefrología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SNF,"pexp",ajust1snf$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.1SNF
```

D = 0.17968, p-value = 0.5384

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.E.LL.1SNF, "pexp", ajust1snf$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.5384 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 14.9474$$

$$\sigma_A = 3.866$$

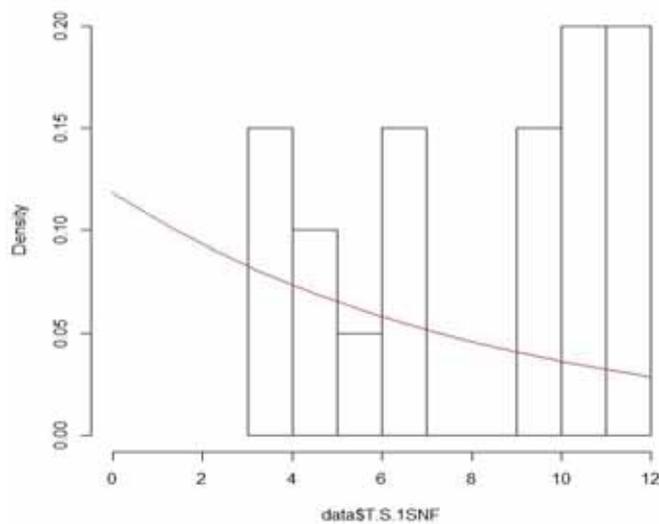
$$\mu_A = 5$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.773$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Nefrología de la primera semana.

- Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Nefrología.

Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Nefrologi



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Nefrología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atecnion se ajusta a una distribucion exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atencion no se ajusta a una distribucion exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SNF,"pexp",ajust1snf$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.1SNF

D = 0.29885, p-value = 0.05618

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.1SNF, "pexp", ajust1snf\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05618 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 10.471$$

$$\sigma_s = 3.234$$

$$\mu_s = 8.45$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.383$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.592$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.558$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE = 4.715)$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.943$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es M/M/S=1/K = ∞/H= ∞/Z = FIFO: M/M/1, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*

- El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención
- La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola
- El tamaño de la población potencial $H = \infty$
- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

B. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 51. Ficha de observación del Consultorio N°7 de Nefrología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:35:00	9:30:00	9:39:00
2	6:38:00	9:40:00	9:44:00
3	6:42:00	9:45:00	9:54:00
4	6:45:00	9:56:00	9:59:00
5	6:52:00	10:00:00	10:09:00
6	6:57:00	10:10:00	10:16:00
7	7:00:00	10:18:00	10:23:00
8	7:02:00	10:24:00	10:28:00
9	7:10:00	10:30:00	10:39:00
10	7:15:00	10:40:00	10:50:00
11	7:17:00	10:51:00	10:59:00
12	7:25:00	11:00:00	11:05:00
13	7:38:00	11:07:00	11:10:00

Los pacientes llegan al consultorio de nefrología en la segunda semana a partir de las 6:35 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9:30 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°52. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°4 de Nefrología.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 52. Ficha de procesamiento del Consultorio N°7 de Nefrología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:09:00	2:55:00
2	1	0:03:00	0:04:00	3:02:00
3	2	0:04:00	0:09:00	3:03:00
4	3	0:03:00	0:03:00	3:11:00
5	4	0:07:00	0:09:00	3:08:00
6	5	0:05:00	0:06:00	3:13:00
7	6	0:03:00	0:05:00	3:18:00
8	7	0:02:00	0:04:00	3:22:00
9	8	0:08:00	0:09:00	3:20:00
10	9	0:05:00	0:10:00	3:25:00
11	10	0:02:00	0:08:00	3:34:00
12	11	0:08:00	0:05:00	3:35:00
13	12	0:13:00	0:03:00	3:29:00
PROMEDIO	6	0:04:51	0:06:28	3:16:32

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de nefrología de la segunda semana es en promedio de 6 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4min 51 seg.

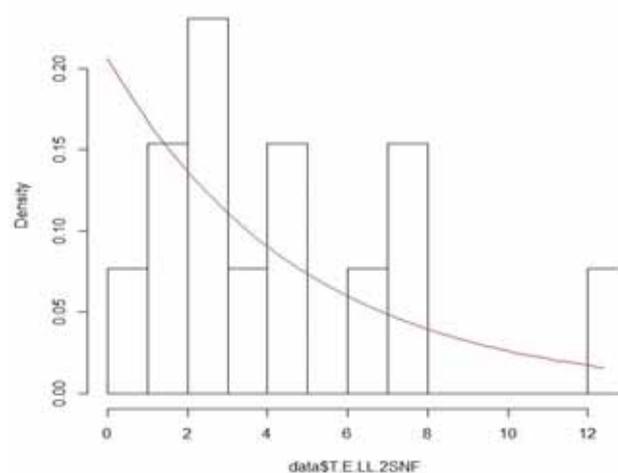
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de nefrología de la segunda semana es de 6min 28seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de nefrología en la segunda semana es de 3 h 16min 32seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Nefrología de la segunda semana.

- Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Nefrología.

Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Nefrología



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Nefrología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.2SNF,"pexp",ajust2snf$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.2SNF

D = 0.26122, p-value = 0.3376

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.2SNF, "pexp", ajust2snf\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.3376 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 11.8077$$

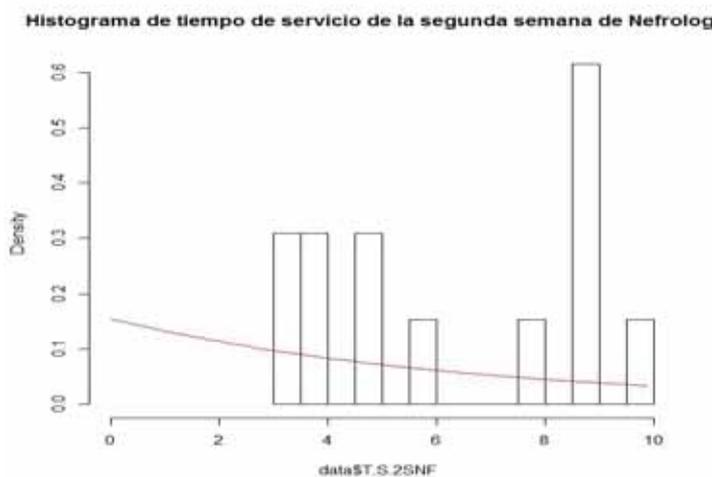
$$\sigma_A = 3.4362$$

$$\mu_A = 4.846$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.7091$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Nefrología de la segunda semana.

- **Histograma de tiempo de servicio de la segunda semana de Nefrología**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Nefrología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.2SNF,"pexp",ajust2snf$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.2SNF

D = 0.37142, p-value = 0.05538

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.2SNF, "pexp", ajust2snf\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05538 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 6.769$$

$$\sigma_s = 2.602$$

$$\mu_s = 6.461$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.403$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.750$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 1.330$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 4.00$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 8.593$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 1.773$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

C. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la tercera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 53. Ficha de observación del Consultorio N°7 de Nefrología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:32:00	9:20:00	9:31:00
2	6:35:00	9:32:00	9:36:00
3	6:41:00	9:37:00	9:48:00
4	6:46:00	9:50:00	9:53:00
5	6:55:00	9:55:00	10:06:00
6	7:03:00	10:07:00	10:17:00
7	7:09:00	10:18:00	10:23:00
8	7:12:00	10:24:00	10:34:00
9	7:16:00	10:35:00	10:47:00
10	7:18:00	10:48:00	10:59:00
11	7:26:00	11:00:00	11:11:00
12	7:35:00	11:12:00	11:19:00
13	7:41:00	11:20:00	11:23:00
14	7:49:00	11:24:00	11:35:00
15	7:52:00	11:36:00	11:46:00
16	7:54:00	11:47:00	11:59:00
17	7:59:00	12:00:00	12:10:00
18	8:01:00	12:11:00	12:19:00
19	8:04:00	12:20:00	12:25:00
20	8:12:00	12:26:00	12:30:00

Los pacientes llegan al consultorio de nefrología en la tercera semana a partir de las 6:32 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9:20 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°54. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la tercera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 54. Ficha de procesamiento del Consultorio N°7 de Nefrología de la tercera semana

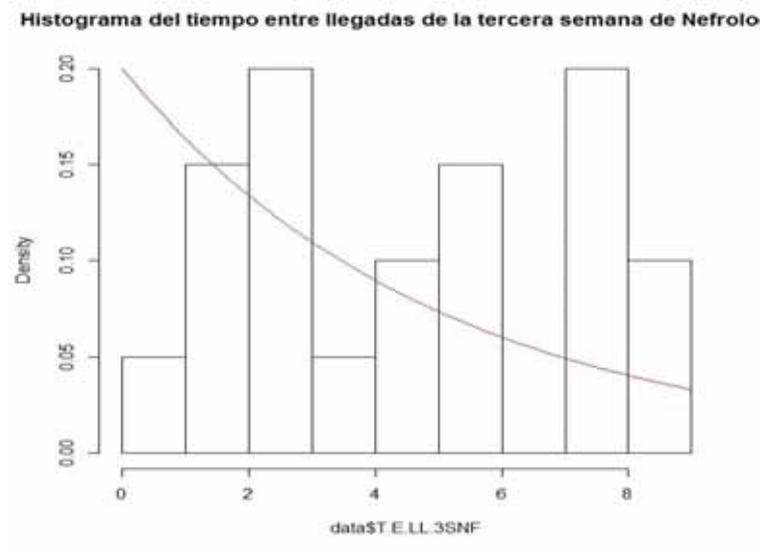
PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:11:00	2:48:00
2	1	0:03:00	0:04:00	2:57:00
3	2	0:06:00	0:11:00	2:56:00
4	3	0:05:00	0:03:00	3:04:00
5	4	0:09:00	0:11:00	3:00:00
6	5	0:08:00	0:10:00	3:04:00
7	6	0:06:00	0:05:00	3:09:00
8	7	0:03:00	0:10:00	3:12:00
9	8	0:04:00	0:12:00	3:19:00
10	9	0:02:00	0:11:00	3:30:00
11	10	0:08:00	0:11:00	3:34:00
12	11	0:09:00	0:07:00	3:37:00
13	12	0:06:00	0:03:00	3:39:00
14	13	0:08:00	0:11:00	3:35:00
15	14	0:03:00	0:10:00	3:44:00
16	15	0:02:00	0:12:00	3:53:00
17	16	0:05:00	0:10:00	4:01:00
18	17	0:02:00	0:08:00	4:10:00
19	18	0:03:00	0:05:00	4:16:00
20	19	0:08:00	0:04:00	4:14:00
PROMEDIO	9.5	0:05:00	0:08:27	3:29:06

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de nefrología de la tercera semana es en promedio de 9.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min.
 El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de nefrología de la tercera semana es de 8min 27seg.
 El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de nefrología en la tercera semana es de 3h 29min 6seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Nefrología interna de la tercera semana.

- Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Nefrología.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Nefrología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SNF,"pexp",ajust3snf$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.3SNF

D = 0.27968, p-value = 0.08753

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.E.LL.3SNF, "pexp", ajust3snf$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.08753 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 7.368$$

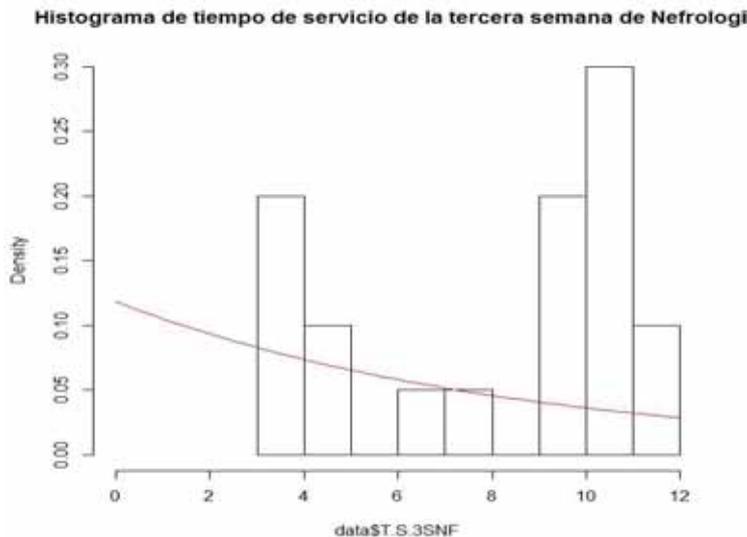
$$\sigma_A = 2.714$$

$$\mu_A = 5$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.543$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Nefrología de la tercera semana.

- **Histograma de tiempo de servicio de la tercera semana de Nefrología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Nefrología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atecnion se ajusta a una distribucion exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atecnion no se ajusta a una distribucion exponencial

```
ks.test(data$T.S.3SNF,"pexp",ajust3snf$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.3SNF

D = 0.29885, p-value = 0.05618

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.3SNF, "pexp", ajust3snf\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05618 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 10.471$$

$$\sigma_s = 3.236$$

$$\mu_s = 8.45$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.383$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.592$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.331$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 2.797$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.559$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H = \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*

- La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola
- El tamaño de la población potencial $H = \infty$
- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

D. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la cuarta semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la cuarta semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 55. Ficha de observación del Consultorio N° 7 de Nefrología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:28:00	9:30:00	9:40:00
2	6:30:00	9:42:00	9:46:00
3	6:42:00	9:47:00	9:56:00
4	6:46:00	9:58:00	10:01:00
5	6:50:00	10:03:00	10:13:00
6	6:58:00	10:15:00	10:21:00
7	7:02:00	10:22:00	10:27:00
8	7:08:00	10:28:00	10:32:00
9	7:12:00	10:34:00	10:43:00
10	7:16:00	10:44:00	10:54:00
11	7:19:00	10:57:00	11:05:00
12	7:21:00	11:07:00	11:12:00
13	7:23:00	11:14:00	11:17:00
14	7:28:00	11:20:00	11:29:00

Los pacientes llegan al consultorio de nefrología en la cuarta semana a partir de las 6:28 am; el sistema de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9:30 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N° 56. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°7 de Nefrología de la cuarta semana

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 56. Ficha de procesamiento del Consultorio N°7 de Nefrología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:10:00	3:02:00
2	1	0:02:00	0:04:00	3:12:00
3	2	0:12:00	0:09:00	3:05:00
4	3	0:04:00	0:03:00	3:12:00
5	4	0:04:00	0:10:00	3:13:00
6	5	0:08:00	0:06:00	3:17:00
7	6	0:04:00	0:05:00	3:20:00
8	7	0:06:00	0:04:00	3:20:00
9	8	0:04:00	0:09:00	3:22:00
10	9	0:04:00	0:10:00	3:28:00
11	10	0:03:00	0:08:00	3:38:00
12	11	0:02:00	0:05:00	3:46:00
13	12	0:02:00	0:03:00	3:51:00
14	13	0:05:00	0:09:00	3:52:00
PROMEDIO	6.5	0:04:17	0:06:47	3:24:09

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de nefrología de la cuarta semana es en promedio de 6.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4 min 17 seg.

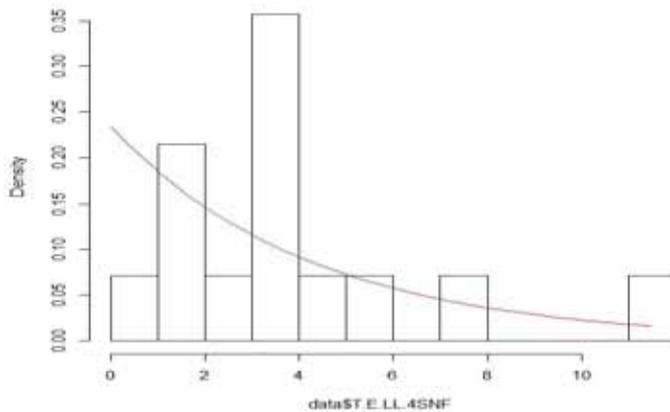
El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de nefrología de la cuarta semana es de 6min 47seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de nefrología en la cuarta semana es de 3h 24min 9seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Nefrología de la cuarta semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Nefrología.**

Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Nefrología



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Nefrología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.4SNF,"pexp",ajust4snf$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.4SNF

D = 0.30148, p-value = 0.1569

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In `ks.test(data$T.E.LL.4SNF, "pexp", ajust4snf$estimate)` :
 ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un $p\text{-valor}=0.1569 > 0.05$, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 8.6813$$

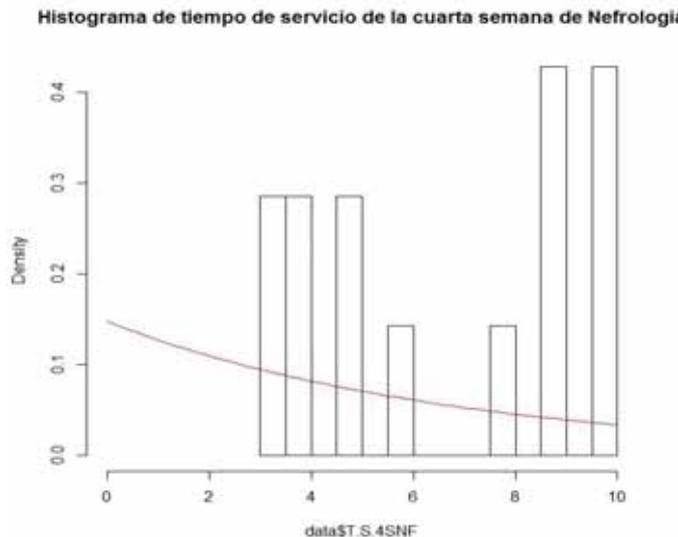
$$\sigma_A = 2.9464$$

$$\mu_A = 4.286$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.688$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Nefrología de la cuarta semana.

- **Histograma del tiempo de servicio de la cuarta semana de Nefrología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Nefrología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

`ks.test(data$T.S.4SNF,"pexp",ajust4snf$estimate)`

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.4SNF

D = 0.35732, p-value = 0.05603

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.4SNF, "pexp", ajust4snf\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05603 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 7.566$$

$$\sigma_s = 2.751$$

$$\mu_s = 6.786$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.405$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.632$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.478$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 3.244$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.757 \text{ .}$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

5.8. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N° 8 de Neumología de la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa de la Especialidad Medicina.

A. Tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°8 de Neumología de la primera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°8 de Neumología de la primera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 57. Ficha de observación del Consultorio N°8 de Neumología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	06:40:00	08:15:00	08:30:00
2	06:43:00	08:31:00	08:38:00
3	06:52:00	08:40:00	08:56:00
4	06:59:00	08:57:00	09:13:00
5	07:02:00	09:14:00	09:29:00
6	07:08:00	09:30:00	09:42:00
7	07:10:00	09:43:00	09:59:00
8	07:15:00	10:00:00	10:15:00
9	07:25:00	10:17:00	10:34:00
10	07:33:00	10:35:00	10:48:00
11	07:40:00	10:50:00	10:55:00
12	07:46:00	10:57:00	11:10:00
13	07:50:00	11:12:00	11:28:00
14	07:56:00	11:29:00	11:37:00
15	07:59:00	11:38:00	11:55:00
16	08:05:00	11:57:00	12:03:00
17	08:12:00	12:04:00	12:14:00

Los pacientes llegan al consultorio de neumología en la primera semana a partir de las 6:40 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:15 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°58. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°8 de Neumología de la primera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 58. Ficha de procesamiento del Consultorio N°8 de Neumología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	00:00:00	00:15:00	01:35:00
2	1	00:03:00	00:07:00	01:48:00
3	2	00:09:00	00:16:00	01:48:00
4	3	00:07:00	00:16:00	01:58:00
5	4	00:03:00	00:15:00	02:12:00
6	5	00:06:00	00:12:00	02:22:00
7	6	00:02:00	00:16:00	02:33:00
8	7	00:05:00	00:15:00	02:45:00
9	8	00:10:00	00:17:00	02:52:00
10	9	00:08:00	00:13:00	03:02:00
11	10	00:07:00	00:05:00	03:10:00
12	11	00:06:00	00:13:00	03:11:00
13	12	00:04:00	00:16:00	03:22:00
14	13	00:06:00	00:08:00	03:33:00
15	14	00:03:00	00:17:00	03:39:00
16	15	00:06:00	00:06:00	03:52:00
17	16	00:07:00	00:10:00	03:52:00
PROMEDIO	8	00:05:25	00:12:46	02:47:53

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de neumología de la primera semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 25 seg.

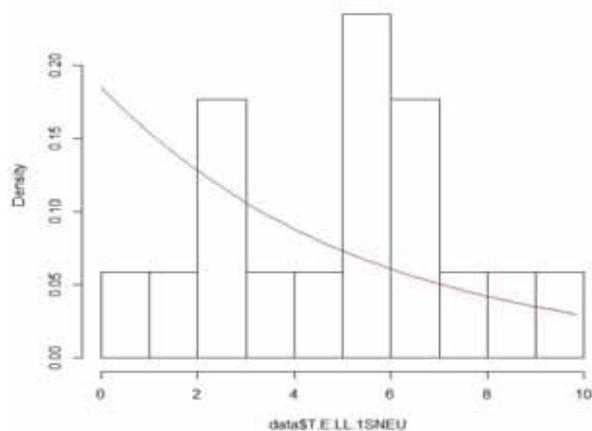
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de neumología de la primera semana es de 12min 46seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de neumología en la primera semana es de 2h 47min 53seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Neumología de la primera semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Neumología.**

Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Neumol



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Neumología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SNEU,"pexp",ajust1sneu$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.1SNEU

D = 0.30791, p-value = 0.07963

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.1SNEU, "pexp", ajust1sneu\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.07963 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 6.882$$

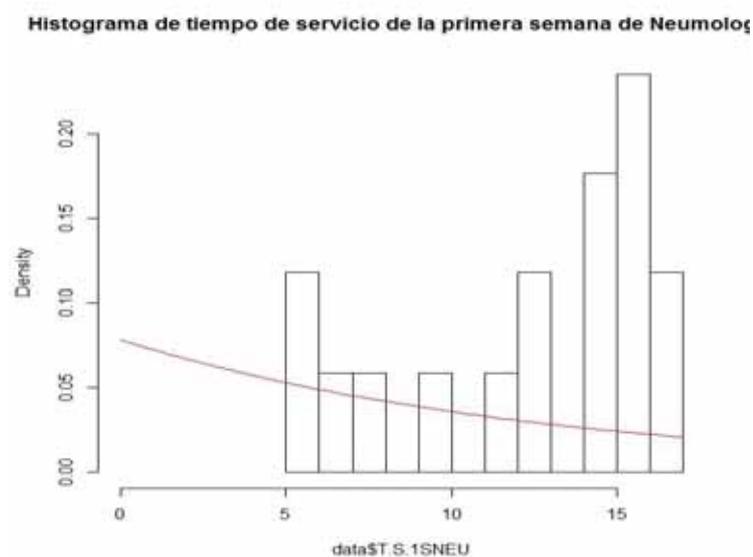
$$\sigma_A = 2.623$$

$$\mu_A = 5.412$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.485$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Neumología de la primera semana.**

- **Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Neumología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Neumología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SNEU,"pexp",ajust1sneu$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.1SNEU

D = 0.3241, p-value = 0.05624

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.1SNEU, "pexp", ajust1sneu\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05624 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 16.441$$

$$\sigma_s = 4.055$$

$$\mu_s = 12.765$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.318$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.424$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.112$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.6667$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.423$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.263$$

→ Con este resultado se analiza que:

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H = \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H = \infty$*

- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

B. Tiempo de llegada y servicio del consultorio N°8 de Neumología de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°8 de Neumología de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 59. Ficha de observación del Consultorio N°8 de Neumología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:30:00	8:18:00	8:38:00
2	6:33:00	8:39:00	8:47:00
3	6:40:00	8:48:00	9:05:00
4	6:49:00	9:07:00	9:25:00
5	6:57:00	9:26:00	9:40:00
6	7:03:00	9:41:00	9:59:00
7	7:12:00	10:00:00	10:19:00
8	7:16:00	10:20:00	10:38:00
9	7:26:00	10:39:00	10:56:00
10	7:31:00	10:58:00	11:17:00
11	7:38:00	11:18:00	11:24:00
12	7:44:00	11:25:00	11:43:00
13	7:48:00	11:44:00	12:03:00
14	7:55:00	12:04:00	12:13:00
15	7:58:00	12:14:00	12:32:00
16	8:05:00	12:33:00	12:40:00
17	8:07:00	12:41:00	12:53:00

Los pacientes llegan al consultorio de neumología en la segunda semana a partir de las 6:30 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:18 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°60. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°8 de Neumología.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 60. Ficha de procesamiento del Consultorio N°8 de Neumología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:20:00	1:48:00
2	1	0:03:00	0:08:00	2:06:00
3	2	0:07:00	0:17:00	2:08:00
4	3	0:09:00	0:18:00	2:18:00
5	4	0:08:00	0:14:00	2:29:00
6	5	0:06:00	0:18:00	2:38:00
7	6	0:09:00	0:19:00	2:48:00
8	7	0:04:00	0:18:00	3:04:00
9	8	0:10:00	0:17:00	3:13:00
10	9	0:05:00	0:19:00	3:27:00
11	10	0:07:00	0:06:00	3:40:00
12	11	0:06:00	0:18:00	3:41:00
13	12	0:04:00	0:19:00	3:56:00
14	13	0:07:00	0:09:00	4:09:00
15	14	0:03:00	0:18:00	4:16:00
16	15	0:07:00	0:07:00	4:28:00
17	16	0:02:00	0:12:00	4:34:00
PROMEDIO	8	0:05:42	0:15:07	3:13:07

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de neumología de la segunda semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5 min 42 seg.

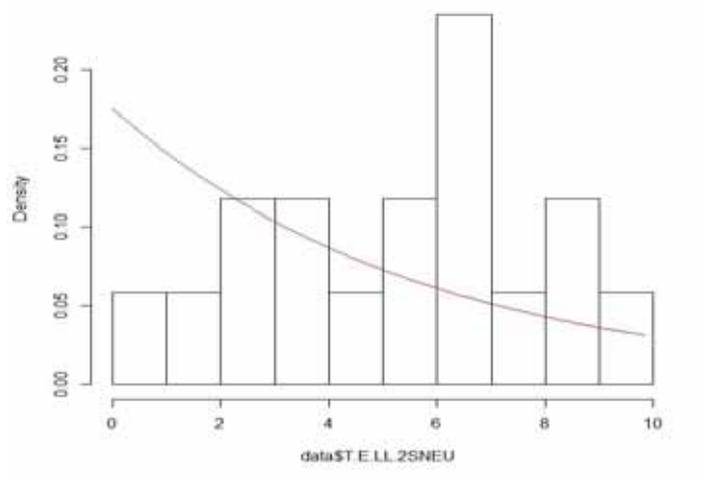
El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de neumología de la segunda semana es de 15min 7seg.

El tiempo de espera del paciente del consultorio de neumología en la segunda semana es de 3h 13min 7seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Neumología de la segunda semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Neumología.**

histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Neumol



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Neumología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.2SNEU,"pexp",ajust2sneu$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.2SNEU

D = 0.29125, p-value = 0.1118

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In `ks.test(data$T.E.LL.2SNEU, "pexp", ajust2sneu$estimate)` :
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un $p\text{-valor}=0.1118 > 0.05$, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 7.471$$

$$\sigma_A = 2.733$$

$$\mu_A = 5.706$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.479$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Neumología de la segunda semana.

- Histograma de tiempo de servicio de la segunda semana de Neumología.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Neumología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.2SNEU,"pexp",ajust2sneu$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.2SNEU

D = 0.32759, p-value = 0.05205

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.2SNEU, "pexp", ajust2sneu\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05205 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención del paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 22.860$$

$$\sigma_s = 4.781$$

$$\mu_s = 15.118$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.316$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.377$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.1098$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.6667$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.659$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.291$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

C. Tiempo de llegada y servicio del consultorio N° 8 de Neumología de la tercera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°8 de Neumología de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 61. Ficha de observación del Consultorio N°8 de Neumología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:28:00	8:12:00	8:27:00
2	6:31:00	8:28:00	8:35:00
3	6:41:00	8:36:00	8:52:00
4	6:47:00	8:53:00	9:07:00
5	6:52:00	9:08:00	9:23:00
6	6:55:00	9:24:00	9:36:00
7	7:02:00	9:37:00	9:53:00
8	7:11:00	9:54:00	10:09:00
9	7:16:00	11:10:00	11:27:00
10	7:20:00	11:28:00	11:41:00
11	7:28:00	11:42:00	11:47:00
12	7:35:00	11:48:00	12:02:00
13	7:41:00	12:03:00	12:19:00
14	7:44:00	12:20:00	12:28:00
15	7:50:00	12:29:00	12:46:00
16	7:58:00	12:46:00	12:52:00
17	8:00:00	12:53:00	13:03:00

Los pacientes llegan al consultorio de neumología en la tercera semana a partir de las 6:28 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:12 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°62. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente. Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°8 de Neumología de la tercera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 62. Ficha de procesamiento del Consultorio N°8 de Neumología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:15:00	1:44:00
2	1	0:03:00	0:07:00	1:57:00
3	2	0:10:00	0:16:00	1:55:00
4	3	0:06:00	0:14:00	2:06:00
5	4	0:05:00	0:15:00	2:16:00
6	5	0:03:00	0:12:00	2:29:00
7	6	0:07:00	0:16:00	2:35:00
8	7	0:09:00	0:15:00	2:43:00
9	8	0:05:00	0:17:00	3:54:00
10	9	0:04:00	0:13:00	4:08:00
11	10	0:08:00	0:05:00	4:14:00
12	11	0:07:00	0:14:00	4:13:00
13	12	0:06:00	0:16:00	4:22:00
14	13	0:03:00	0:08:00	4:36:00
15	14	0:06:00	0:17:00	4:39:00
16	15	0:08:00	0:06:00	4:48:00
17	16	0:02:00	0:10:00	4:53:00
PROMEDIO	8	0:05:25	0:12:42	3:23:04

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de neumología de la tercera semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

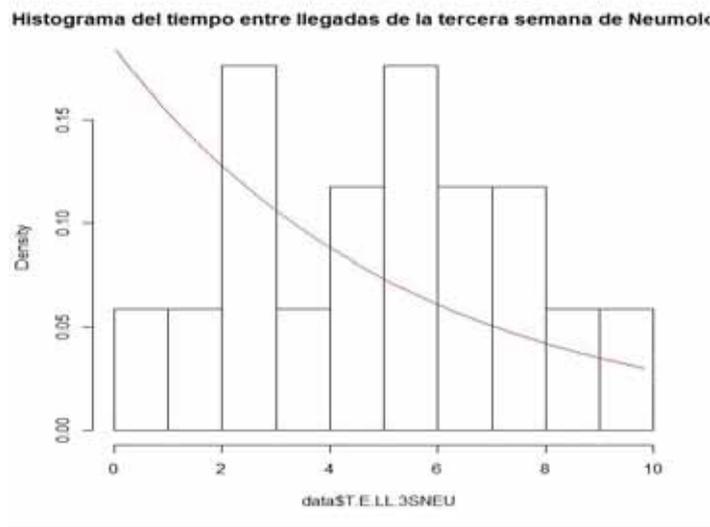
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 25seg.

El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de neumología de la tercera semana es de 12min 42seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de neumología en la tercera semana es de 3h 23min 4seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Neumología de la tercera semana

- Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Neumología



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Neumología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SNEU,"pexp",ajust3sneu$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.3SNEU

D = 0.30791, p-value = 0.07963

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.3SNEU, "pexp", ajust3sneu\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.07963 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 7.132$$

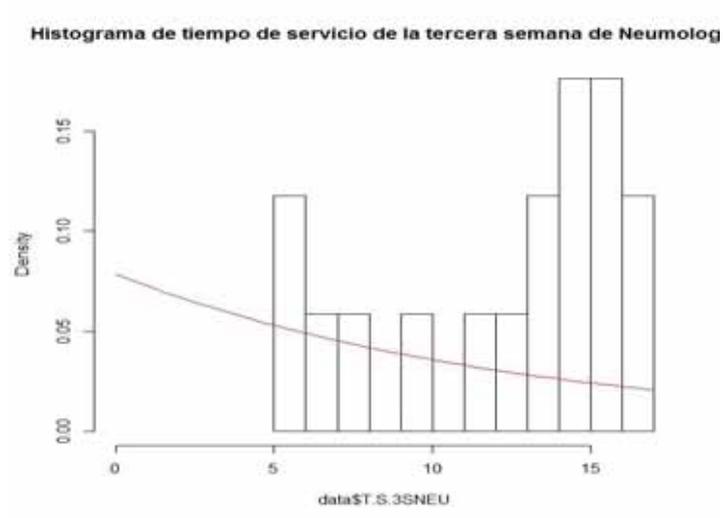
$$\sigma_A = 2.671$$

$$\mu_A = 5.412$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.494$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Neumología de la tercera semana.

- **Histograma del tiempo de servicio de la tercera semana de Neumología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Neumología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.3SNEU,"pexp",ajust3sneu$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.3SNEU

D = 0.32532, p-value = 0.05474

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.3SNEU, "pexp", ajust3sneu\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05474 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención del paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 15.971$$

$$\sigma_s = 3.996$$

$$\mu_s = 12.706$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.314$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_S} = 0.426$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.114$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.6667$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_S (MTE = 1.448)$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.268$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es M/M/S=1/K = ∞/H= ∞/Z = FIFO: M/M/1, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera S=1, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola K = ∞ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial H= ∞*

- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

D. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°8 de Neumología de la cuarta semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°8 de Neumología de la cuarta semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 63. Ficha de observación del Consultorio N°8 de Neumología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:32:00	8:10:00	8:26:00
2	6:35:00	8:27:00	8:34:00
3	6:40:00	8:35:00	8:51:00
4	6:43:00	8:52:00	9:06:00
5	6:49:00	9:07:00	9:22:00
6	6:53:00	9:24:00	9:36:00
7	6:57:00	9:37:00	9:53:00
8	7:05:00	9:54:00	10:09:00
9	7:07:00	10:10:00	10:27:00
10	7:17:00	10:28:00	10:42:00
11	7:21:00	10:44:00	10:49:00
12	7:26:00	10:50:00	11:05:00
13	7:32:00	11:06:00	11:22:00
14	7:34:00	11:23:00	11:31:00
15	7:38:00	11:33:00	11:50:00
16	7:44:00	11:52:00	11:58:00
17	7:49:00	12:00:00	12:10:00

Los pacientes llegan al consultorio de neumología en la cuarta semana a partir de las 6:32 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:10 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°64. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°8 de Neumología de la cuarta semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 64. Ficha de procesamiento del Consultorio N°8 de Neumología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:16:00	1:38:00
2	1	0:03:00	0:07:00	1:52:00
3	2	0:05:00	0:16:00	1:55:00
4	3	0:03:00	0:14:00	2:09:00
5	4	0:06:00	0:15:00	2:18:00
6	5	0:04:00	0:12:00	2:31:00
7	6	0:04:00	0:16:00	2:40:00
8	7	0:08:00	0:15:00	2:49:00
9	8	0:02:00	0:17:00	3:03:00
10	9	0:10:00	0:14:00	3:11:00
11	10	0:04:00	0:05:00	3:23:00
12	11	0:05:00	0:15:00	3:24:00
13	12	0:06:00	0:16:00	3:34:00
14	13	0:02:00	0:08:00	3:49:00
15	14	0:04:00	0:17:00	3:55:00
16	15	0:06:00	0:06:00	4:08:00
17	16	0:05:00	0:10:00	4:11:00
PROMEDIO	8	0:04:32	0:12:53	2:58:14

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de neumología de la cuarta semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

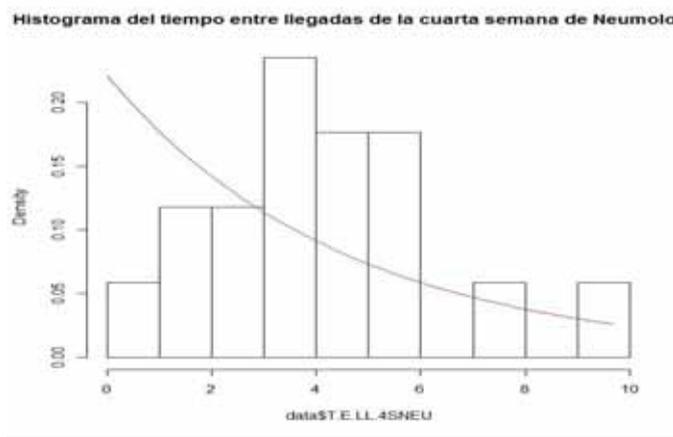
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4 min 32 seg.

El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de neumología de la cuarta semana es de 12min 53seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de neumología en la cuarta semana es de 2h 58min 14seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Neumología de la cuarta semana.

- Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Neumología.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Neumología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.4SNEU,"pexp",ajust4sneu$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.4SNEU
```

D = 0.30788, p-value = 0.07967

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In `ks.test(data$T.E.LL.4SNEU, "pexp", ajust4sneu$estimate)` :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un $p\text{-valor}=0.07967 > 0.05$, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 5.515$$

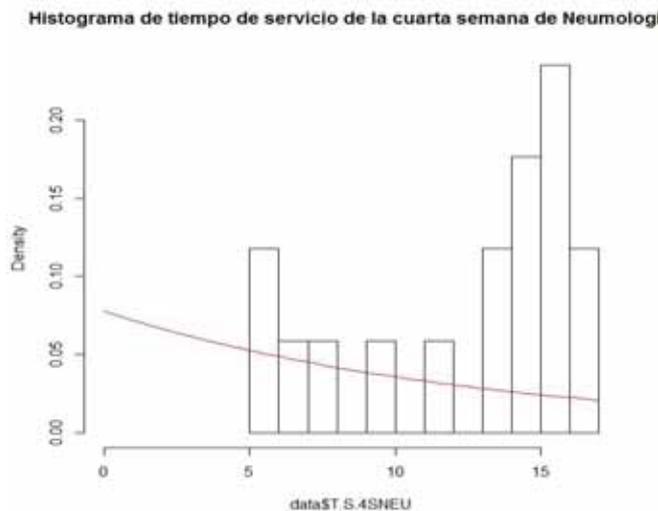
$$\sigma_A = 2.348$$

$$\mu_A = 4.529$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.518$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Neumología de la cuarta semana.

- Histograma del tiempo de servicio de la cuarta semana de Neumología.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Neumología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

`ks.test(data$T.S.4SNEU,"pexp",ajust4sneu$estimate)`

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.4SNEU

$D = 0.32167$, $p\text{-value} = 0.05931$

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In `ks.test(data$T.S.4SNEU, "pexp", ajust4sneu$estimate)` :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un $p\text{-valor} = 0.05931 > 0.05$, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención del paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 16.610$$

$$\sigma_s = 4.076$$

$$\mu_s = 12.882$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.316$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.352$$

- **Multiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.123$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.6667$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.584$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.3497$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

5.9. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°9 de Neurología de Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad Medicina.

A. Tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la primera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la primera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de Cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 65. Ficha de observación del Consultorio N°9 de Neurología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	06:40:00	09:28:00	09:42:00
2	06:42:00	09:44:00	09:53:00
3	06:47:00	09:55:00	10:07:00
4	06:55:00	10:09:00	10:22:00
5	07:00:00	10:23:00	10:36:00
6	07:06:00	10:38:00	10:50:00
7	07:13:00	10:51:00	11:05:00
8	07:22:00	11:06:00	11:14:00
9	07:28:00	11:15:00	11:28:00
10	07:32:00	11:29:00	11:41:00
11	07:42:00	11:42:00	11:47:00
12	07:50:00	11:48:00	12:02:00
13	07:54:00	12:03:00	12:14:00
14	08:00:00	12:15:00	12:22:00
15	08:04:00	12:23:00	12:36:00
16	08:06:00	12:37:00	12:43:00
17	08:10:00	12:44:00	12:58:00
18	08:13:00	12:59:00	13:02:00

Los pacientes llegan al consultorio de neurología en la primera semana a partir de las 6:40 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9:28am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°66. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la primera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 66. Ficha de procesamiento del Consultorio N°9 de Neurología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	00:00:00	00:14:00	02:48:00
2	1	00:02:00	00:09:00	03:02:00
3	2	00:05:00	00:12:00	03:08:00
4	3	00:08:00	00:13:00	03:14:00
5	4	00:05:00	00:13:00	03:23:00
6	5	00:06:00	00:12:00	03:32:00
7	6	00:07:00	00:14:00	03:38:00
8	7	00:09:00	00:08:00	03:44:00
9	8	00:06:00	00:13:00	03:47:00
10	9	00:04:00	00:12:00	03:57:00
11	10	00:10:00	00:05:00	04:00:00
12	11	00:08:00	00:14:00	03:58:00
13	12	00:04:00	00:11:00	04:09:00
14	13	00:06:00	00:07:00	04:15:00
15	14	00:04:00	00:13:00	04:19:00
16	15	00:02:00	00:06:00	04:31:00
17	16	00:04:00	00:14:00	04:34:00
18	17	00:03:00	00:03:00	04:46:00
PROMEDIO	8.5	00:05:10	00:10:43	03:49:10

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de neurología de la primera semana es en promedio de 8.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

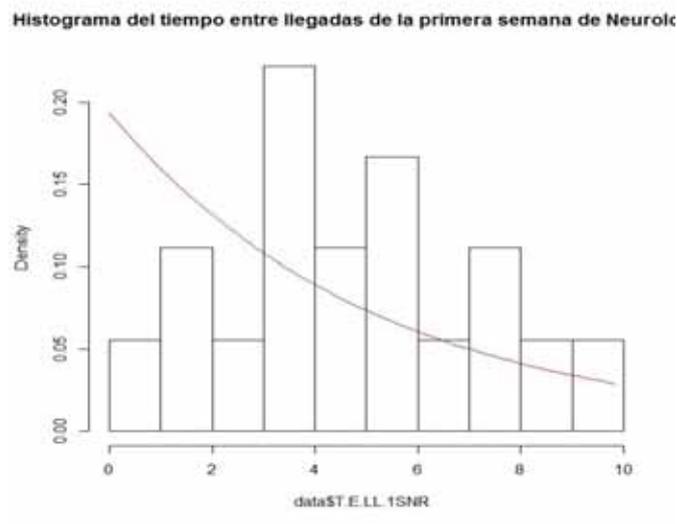
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 10seg.

El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de neurología de la primera semana es de 10min 43seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de neurología en la primera semana es de 3h 49min 10seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Neurología de la primera semana.

- Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Neurología.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Neurología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SNR,"pexp",ajust1snr$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.1SNR
```

D = 0.3167, p-value = 0.05406

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.E.LL.1SNR, "pexp", ajust1snr$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05406 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 6.853$$

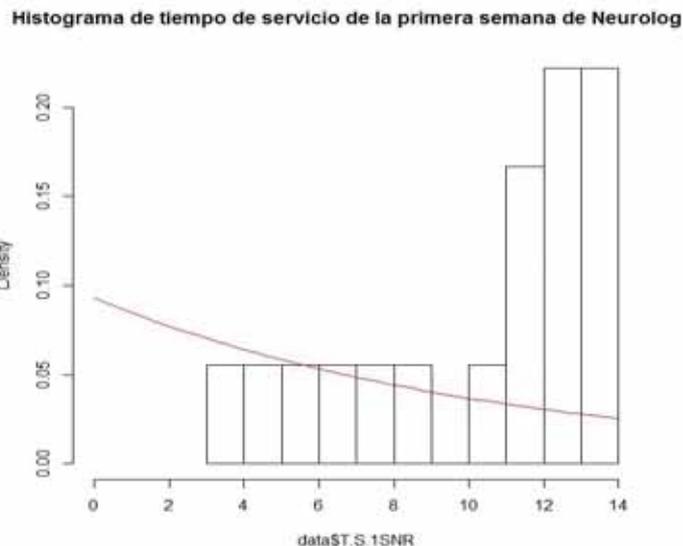
$$\sigma_A = 2.618$$

$$\mu_A = 5.167$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.507$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Neurología de la primera semana.

- Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Neurología.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Neurología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SNR,"pexp",ajust1snr$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.1SNR

D = 0.31744, p-value = 0.05315

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.1SNR, "pexp", ajust1snr\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05315 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 12.212$$

$$\sigma_s = 3.495$$

$$\mu_s = 10.722$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.326$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.482$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.182$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.951$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.376$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

B. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 67. Ficha de observación del Consultorio N°9 de Neurología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:35:00	9:30:00	9:40:00
2	6:40:00	9:41:00	9:45:00
3	6:43:00	9:46:00	9:56:00
4	6:52:00	9:58:00	10:01:00
5	6:56:00	10:03:00	10:13:00
6	7:01:00	10:15:00	10:24:00
7	7:08:00	10:25:00	10:30:00
8	7:16:00	10:32:00	10:42:00
9	7:20:00	10:43:00	10:55:00
10	7:30:00	10:57:00	11:08:00
11	7:37:00	11:09:00	11:20:00
12	7:46:00	11:21:00	11:28:00
13	7:53:00	11:30:00	11:34:00
14	7:58:00	11:35:00	11:45:00
15	8:04:00	11:46:00	11:58:00
16	8:07:00	12:00:00	12:08:00
17	8:09:00	12:10:00	12:15:00

Los pacientes llegan al consultorio de neurología en la segunda semana a partir de las 6:35 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9:30 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°68 Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 68. Ficha de procesamiento del Consultorio N°9 de Neurología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:10:00	2:55:00
2	1	0:05:00	0:04:00	3:01:00
3	2	0:03:00	0:10:00	3:03:00
4	3	0:09:00	0:03:00	3:06:00
5	4	0:04:00	0:10:00	3:07:00
6	5	0:05:00	0:09:00	3:14:00
7	6	0:07:00	0:05:00	3:17:00
8	7	0:08:00	0:10:00	3:16:00
9	8	0:04:00	0:12:00	3:23:00
10	9	0:10:00	0:11:00	3:27:00
11	10	0:07:00	0:11:00	3:32:00
12	11	0:09:00	0:07:00	3:35:00
13	12	0:07:00	0:04:00	3:37:00
14	13	0:05:00	0:10:00	3:37:00
15	14	0:06:00	0:12:00	3:42:00
16	15	0:03:00	0:08:00	3:53:00
17	16	0:02:00	0:05:00	4:01:00
PROMEDIO	8	0:05:32	0:08:18	3:23:53

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de neurología de la segunda semana es en promedio de 8 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

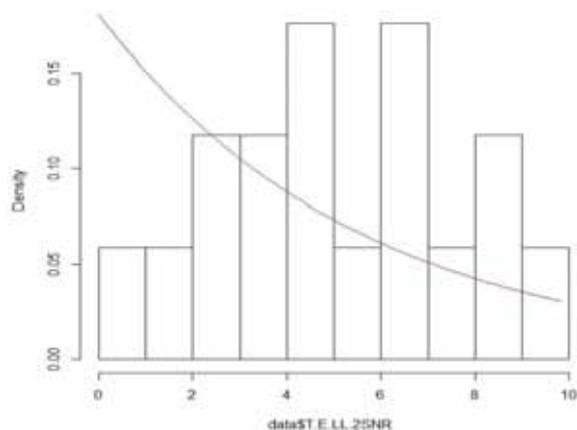
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5 min 32seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de neurología de la segunda semana es de 8min 18seg.

El tiempo de espera del paciente del consultorio de neurología en la segunda semana es de 3 h 23min 53seg.

- c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Neurología de la segunda semana.
- **Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Neurología.**

Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Neurología



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Neurología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.2SNR,"pexp",ajust2snr$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.2SNR

D = 0.30109, p-value = 0.0917

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.2SNR, "pexp", ajust2snr\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.0917 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 7.389$$

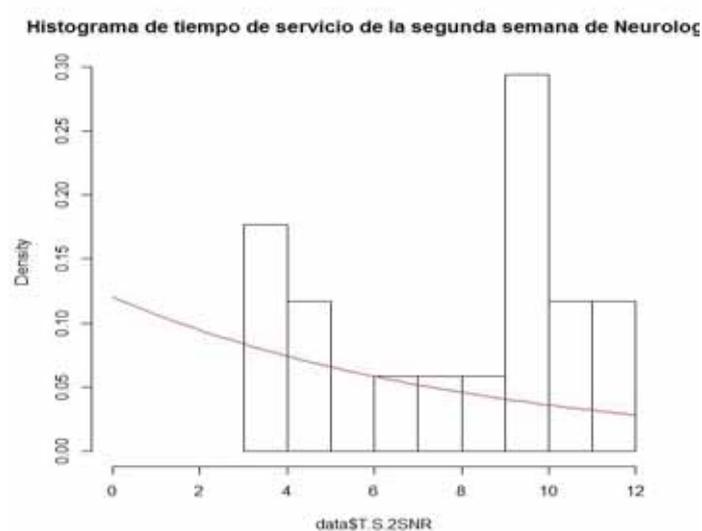
$$\sigma_A = 2.718$$

$$\mu_A = 5.529$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.492$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Neurología de la segunda semana.**

- **Histograma de tiempo de servicio de la segunda semana de Neurología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Neumología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atecnion se ajusta a una distribucion exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atecnion no se ajusta a una distribucion exponencial

```
ks.test(data$T.S.2SNR,"pexp",ajust2snr$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.2SNR

D = 0.3238, p-value = 0.05661

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.2SNR, "pexp", ajust2snr\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05661 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 9.096$$

$$\sigma_s = 3.016$$

$$\mu_s = 8.294$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.364$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.667$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.437.$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 2.333$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 3.624$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.655$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es M/M/S=1/K = ∞/H= ∞/Z = FIFO: M/M/1, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera S=1, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola K = ∞ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial H= ∞*

- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

C. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la tercera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 69. Ficha de observación del Consultorio N°9 de Neurología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:50:00	9:25:00	9:39:00
2	6:57:00	9:40:00	9:45:00
3	7:00:00	9:46:00	9:58:00
4	7:04:00	10:00:00	10:04:00
5	7:11:00	10:05:00	10:19:00
6	7:16:00	10:20:00	10:33:00
7	7:20:00	10:34:00	10:42:00
8	7:26:00	10:44:00	10:57:00
9	7:34:00	11:00:00	11:12:00
10	7:39:00	11:13:00	11:27:00
11	7:48:00	11:28:00	11:41:00
12	7:50:00	11:43:00	11:52:00
13	7:55:00	11:54:00	12:01:00
14	8:02:00	12:02:00	12:12:00
15	8:05:00	12:13:00	12:25:00
16	8:12:00	12:26:00	12:40:00
17	8:17:00	12:41:00	12:46:00
18	8:19:00	12:47:00	13:00:00

Los pacientes llegan al consultorio de neurología en la tercera semana a partir de las 6:50 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9:25 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°70. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la tercera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 70. Ficha de procesamiento del Consultorio N°9 de Neurología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:14:00	2:35:00
2	1	0:07:00	0:05:00	2:43:00
3	2	0:03:00	0:12:00	2:46:00
4	3	0:04:00	0:04:00	2:56:00
5	4	0:07:00	0:14:00	2:54:00
6	5	0:05:00	0:13:00	3:04:00
7	6	0:04:00	0:08:00	3:14:00
8	7	0:06:00	0:13:00	3:18:00
9	8	0:08:00	0:12:00	3:26:00
10	9	0:05:00	0:14:00	3:34:00
11	10	0:09:00	0:13:00	3:40:00
12	11	0:02:00	0:09:00	3:53:00
13	12	0:05:00	0:07:00	3:59:00
14	13	0:07:00	0:10:00	4:00:00
15	14	0:03:00	0:12:00	4:08:00
16	15	0:07:00	0:14:00	4:14:00
17	16	0:05:00	0:05:00	4:24:00
18	17	0:02:00	0:13:00	4:28:00
PROMEDIO	8.5	0:04:57	0:10:40	3:30:53

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de neurología de la tercera semana es en promedio de 8.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4min 57seg.

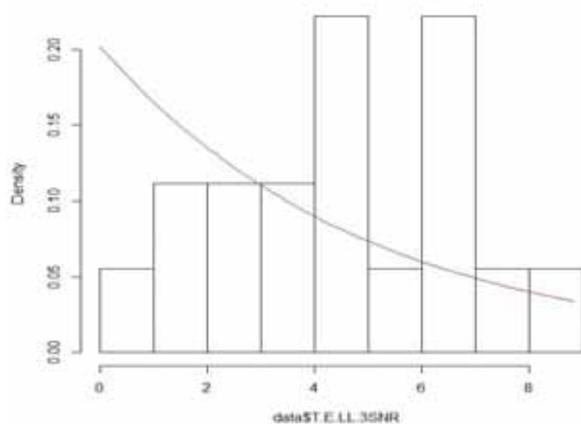
El tiempo promedio del servicio de atención al paciente en el consultorio de neumología de la tercera semana es de 10min 40seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de neumología en la tercera semana es de 3h 30min 53seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Neurología de la tercera semana.

- Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Neurología.

Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Neurología



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Neurología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SNR,"pexp",ajust3snr$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.3SNR
```

D = 0.28821, p-value = 0.1005

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In `ks.test(data$T.E.LL.3SNR, "pexp", ajust3snr$estimate)` :
 ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.1005 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 5.585$$

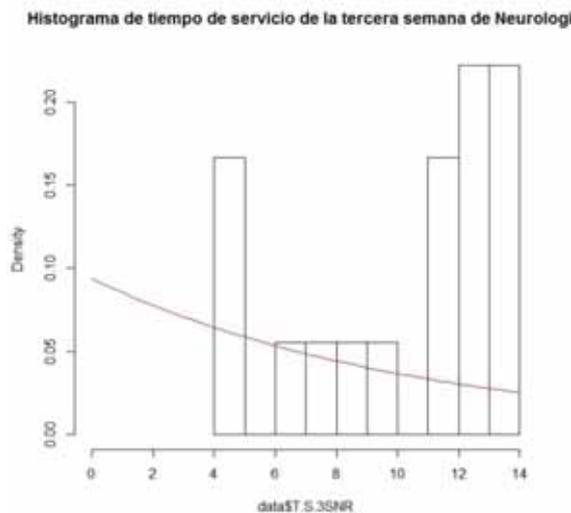
$$\sigma_A = 2.363$$

$$\mu_A = 4.944$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.478$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Neurología de la tercera semana.

- **histograma de tiempo de servicio de la tercera semana Neurología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Neurología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atecnion se ajusta a una distribucion exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atecnion no se ajusta a una distribucion exponencial

`ks.test(data$T.S.3SNR,"pexp",ajust3snr$estimate)`

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.3SNR

D = 0.31866, p-value = 0.05169

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.3SNR, "pexp", ajust3snr\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05169 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 12$$

$$\sigma_s = 3.464$$

$$\mu_s = 10.667$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.325$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.463$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.167$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.781$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.360$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

D. Tiempo de llegadas y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la cuarta semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la cuarta semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 71. Ficha de observación del Consultorio N°9 de Neurología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:25:00	9:15:00	9:26:00
2	6:28:00	9:27:00	9:32:00
3	6:33:00	9:33:00	9:45:00
4	6:37:00	9:46:00	9:49:00
5	6:43:00	9:50:00	10:01:00
6	6:50:00	10:02:00	10:12:00
7	6:56:00	10:13:00	10:18:00
8	7:05:00	10:19:00	10:29:00
9	7:11:00	10:30:00	10:42:00
10	7:14:00	10:43:00	10:52:00
11	7:16:00	10:53:00	11:04:00
12	7:23:00	11:05:00	11:12:00
13	7:31:00	11:13:00	11:16:00
14	7:33:00	11:17:00	11:28:00
15	7:36:00	11:29:00	11:39:00
16	7:45:00	11:40:00	11:52:00
17	7:52:00	11:53:00	12:02:00
18	7:57:00	12:03:00	12:11:00
19	8:01:00	12:13:00	12:18:00
20	8:07:00	12:20:00	12:24:00

Los pacientes llegan al consultorio de neurología en la cuarta semana a partir de las 6:25 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 9 :15am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°72 . Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°9 de Neurología de la cuarta semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 72. Ficha de procesamiento del Consultorio N°9 de Neurología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:11:00	2:50:00
2	1	0:03:00	0:05:00	2:59:00
3	2	0:05:00	0:12:00	3:00:00
4	3	0:04:00	0:03:00	3:09:00
5	4	0:06:00	0:11:00	3:07:00
6	5	0:07:00	0:10:00	3:12:00
7	6	0:06:00	0:05:00	3:17:00
8	7	0:09:00	0:10:00	3:14:00
9	8	0:06:00	0:12:00	3:19:00
10	9	0:03:00	0:09:00	3:29:00
11	10	0:02:00	0:11:00	3:37:00
12	11	0:07:00	0:07:00	3:42:00
13	12	0:08:00	0:03:00	3:42:00
14	13	0:02:00	0:11:00	3:44:00
15	14	0:03:00	0:10:00	3:53:00
16	15	0:09:00	0:12:00	3:55:00
17	16	0:07:00	0:09:00	4:01:00
18	17	0:05:00	0:08:00	4:06:00
19	18	0:04:00	0:05:00	4:12:00
20	19	0:06:00	0:04:00	4:13:00
PROMEDIO	9.5	0:05:06	0:08:24	3:32:03

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de neurología de la cuarta semana es en promedio de 9.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

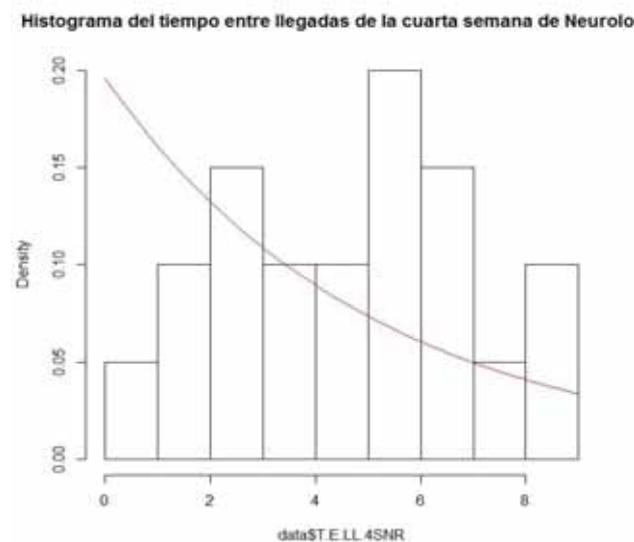
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5 min 06 seg.

El tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de neurología de la cuarta semana es de 8 min 24seg.

El tiempo de espera del paciente del consultorio de cardiología en la segunda semana es de 3h 32min 3seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Neurología de la cuarta semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Neurología.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Neurología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.4SNR,"pexp",ajust4snr$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.4SNR

D = 0.29469, p-value = 0.062

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.4SNR, "pexp", ajust4snr\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.062 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 5.989$$

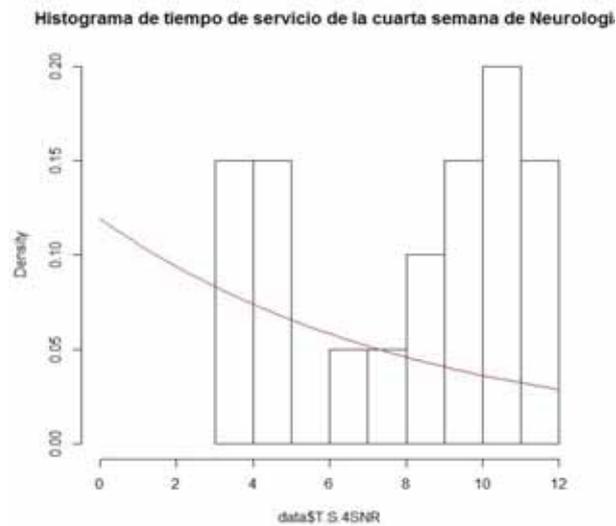
$$\sigma_A = 2.447$$

$$\mu_A = 5.1$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.4798$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Neurología de la cuarta semana.

- histograma de tiempo de servicio de la cuarta semana de Neurología.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Neurología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.4SNR,"pexp",ajust4snr$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.4SNR

D = 0.30033, p-value = 0.05422

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.4SNR, "pexp", ajust4snr\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05422 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 9.937$$

$$\sigma_s = 3.152$$

$$\mu_s = 8.4$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.375$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.607$$

- **Multiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.278$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.6667$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 2.335$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.458$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

5.10. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°10 de Psiquiatría de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.

A. Tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría de la primera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría de la primera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguiente.

Tabla 73. Ficha de observación del Consultorio N° 10 de Psiquiatría de la primera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	07:00:00	08:35:00	08:50:00
2	07:15:00	08:52:00	09:01:00
3	07:28:00	09:03:00	09:19:00
4	07:30:00	09:21:00	09:34:00
5	07:31:00	09:36:00	09:42:00
6	07:32:00	09:44:00	09:58:00
7	07:35:00	10:00:00	10:07:00
8	07:40:00	10:10:00	10:26:00
9	07:45:00	10:28:00	10:43:00
10	07:50:00	10:45:00	10:53:00
11	08:10:00	10:55:00	11:10:00
12	08:13:00	11:12:00	11:28:00
13	08:16:00	11:30:00	11:47:00

Los pacientes llegan al consultorio de psiquiatría en la primera semana a partir de las 7:00 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:35 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°74. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría de la primera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 74. Ficha de procesamiento del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la primera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	00:00:00	00:15:00	01:35:00
2	1	00:15:00	00:09:00	01:37:00
3	2	00:13:00	00:16:00	01:35:00
4	3	00:02:00	00:13:00	01:51:00
5	4	00:01:00	00:06:00	02:05:00
6	5	00:01:00	00:14:00	02:12:00
7	6	00:03:00	00:07:00	02:25:00
8	7	00:05:00	00:16:00	02:30:00
9	8	00:05:00	00:15:00	02:43:00
10	9	00:05:00	00:08:00	02:55:00
11	10	00:20:00	00:15:00	02:45:00
12	11	00:03:00	00:16:00	02:59:00
13	12	00:03:00	00:17:00	03:14:00
PROMEDIO	6	00:05:51	00:12:51	02:20:28

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de psiquiatría de la primera semana es en promedio de 6 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 51 seg.

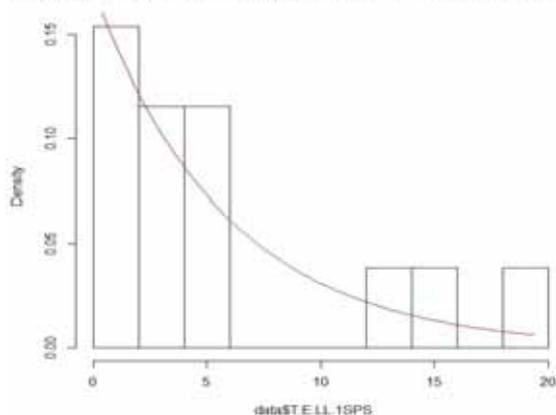
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de psiquiatría de la primera semana es de 15 min 51 seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de psiquiatría en la primera semana es de 2h 20min 28seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la primera semana.

A. Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Psiquiatría.

Histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Psiquia



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SPS,"pexp",ajust1sps$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.1SPS

D = 0.1944, p-value = 0.7097

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.1SPS, "pexp", ajust1sps\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.7097 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 38.141$$

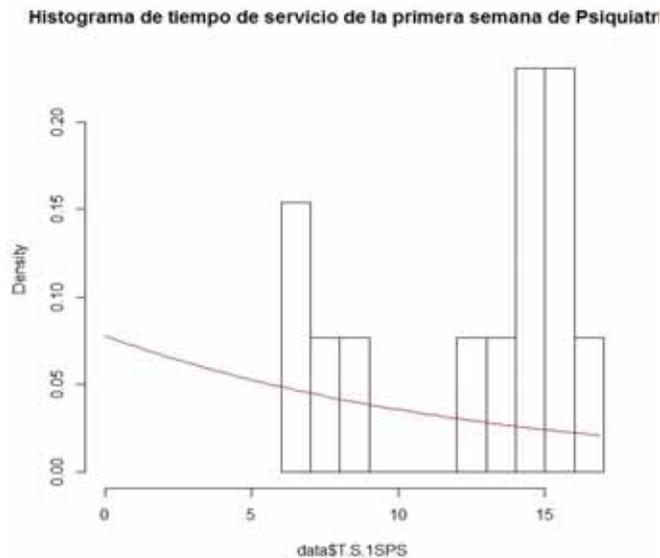
$$\sigma_A = 6.176$$

$$\mu_A = 5.846$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 1.056$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Psiquiatría de la primera semana.

- **Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Psiquiatría.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SPS,"pexp",ajust1sps$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.1SPS

D = 0.37316, p-value = 0.05354

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.1SPS, "pexp", ajust1sps\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05354 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 15.141$$

$$\sigma_s = 3.891$$

$$\mu_s = 12.846$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.303$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.455$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.603$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 7.746$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 1.325$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H = \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H = \infty$*

- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

B. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 75. Ficha de observación del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:50:00	8:40:00	8:58:00
2	6:53:00	9:00:00	9:06:00
3	6:58:00	9:08:00	9:28:00
4	7:05:00	9:30:00	9:46:00
5	7:14:00	9:48:00	9:55:00
6	7:18:00	9:58:00	10:13:00
7	7:21:00	10:15:00	10:23:00
8	7:28:00	10:25:00	10:42:00
9	7:30:00	10:44:00	11:00:00
10	7:37:00	11:02:00	11:11:00
11	7:43:00	11:13:00	11:29:00
12	7:48:00	11:30:00	11:50:00
13	7:51:00	11:51:00	12:09:00
14	7:59:00	12:10:00	12:22:00
15	8:01:00	12:23:00	12:39:00
16	8:07:00	12:40:00	12:59:00

Los pacientes llegan al consultorio de psiquiatría en la segunda semana a partir de las 6:50 am; el sistema de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:40 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°76. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 76. Ficha de procesamiento del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:18:00	1:50:00
2	1	0:03:00	0:06:00	2:07:00
3	2	0:05:00	0:20:00	2:10:00
4	3	0:07:00	0:16:00	2:25:00
5	4	0:09:00	0:07:00	2:34:00
6	5	0:04:00	0:15:00	2:40:00
7	6	0:03:00	0:08:00	2:54:00
8	7	0:07:00	0:17:00	2:57:00
9	8	0:02:00	0:16:00	3:14:00
10	9	0:07:00	0:09:00	3:25:00
11	10	0:06:00	0:16:00	3:30:00
12	11	0:05:00	0:20:00	3:42:00
13	12	0:03:00	0:18:00	4:00:00
14	13	0:08:00	0:12:00	4:11:00
15	14	0:02:00	0:16:00	4:22:00
16	15	0:06:00	0:19:00	4:33:00
PROMEDIO	7.5	0:04:49	0:14:34	3:09:37

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de psiquiatría de la segunda semana es en promedio de 7.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4min 49 seg.

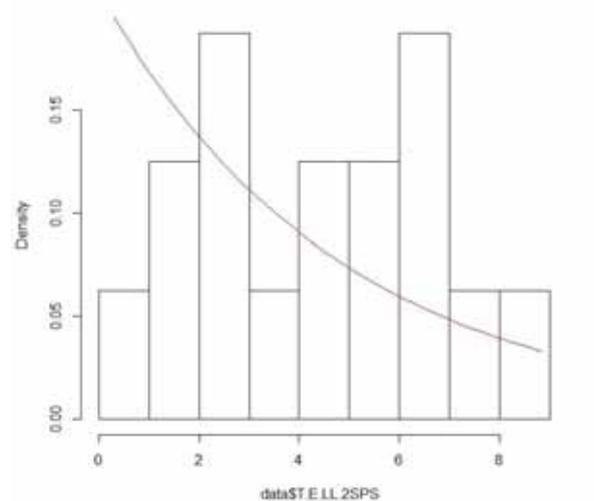
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de psiquiatría de la segunda semana es de 14min 34seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de psiquiatría en la segunda semana es de 3h 9min 37seg .

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la segunda semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Psiquiatría.**

Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Psiqui



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

`ks.test(data$T.E.LL.2SPS,"pexp",ajust2sps$estimate)`

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.2SPS

D = 0.27755, p-value = 0.1699

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.2SPS, "pexp", ajust2sps\$estimate) :
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.1699 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 6.296$$

$$\sigma_A = 2.509$$

$$\mu_A = 4.813$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.521$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Psiquiatría de la segunda semana.**

- **Histograma de tiempo de servicio de la segunda semana de Psiquiatría.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.2SPS,"pexp",ajust2sps$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.2SPS
```

D = 0.33769, p-value = 0.05203

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.S.2SPS, "pexp", ajust2sps$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05203 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 21.863$$

$$\sigma_s = 4.676$$

$$\mu_s = 14.563$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.321$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_S} = 0.330$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_S^2}{2} \right) = 0.080$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.4286$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_S (MTE) = 1.165$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.242$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

C. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría de la tercera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 77. Ficha de observación del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:05:00	8:30:00	8:49:00
2	7:09:00	8:50:00	9:00:00
3	7:12:00	9:02:00	9:19:00
4	7:18:00	9:21:00	9:39:00
5	7:24:00	9:40:00	9:47:00
6	7:28:00	9:50:00	10:08:00
7	7:35:00	10:10:00	10:18:00
8	7:43:00	10:20:00	10:37:00
9	7:46:00	10:40:00	10:56:00
10	7:53:00	10:58:00	11:07:00
11	8:00:00	11:09:00	11:25:00
12	8:07:00	11:27:00	11:44:00

Los pacientes llegan al consultorio de psiquiatría en la tercera semana a partir de las 7:05 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:30 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°78. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría de la tercera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 78. Ficha de procesamiento del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:19:00	1:25:00
2	1	0:04:00	0:10:00	1:41:00
3	2	0:03:00	0:17:00	1:50:00
4	3	0:06:00	0:18:00	2:03:00
5	4	0:06:00	0:07:00	2:16:00
6	5	0:04:00	0:18:00	2:22:00
7	6	0:07:00	0:08:00	2:35:00
8	7	0:08:00	0:17:00	2:37:00
9	8	0:03:00	0:16:00	2:54:00
10	9	0:07:00	0:09:00	3:05:00
11	10	0:07:00	0:16:00	3:09:00
12	11	0:07:00	0:17:00	3:20:00
PROMEDIO	5.5	0:05:10	0:14:20	2:26:25

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de psiquiatría de la tercera semana es en promedio de 5.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

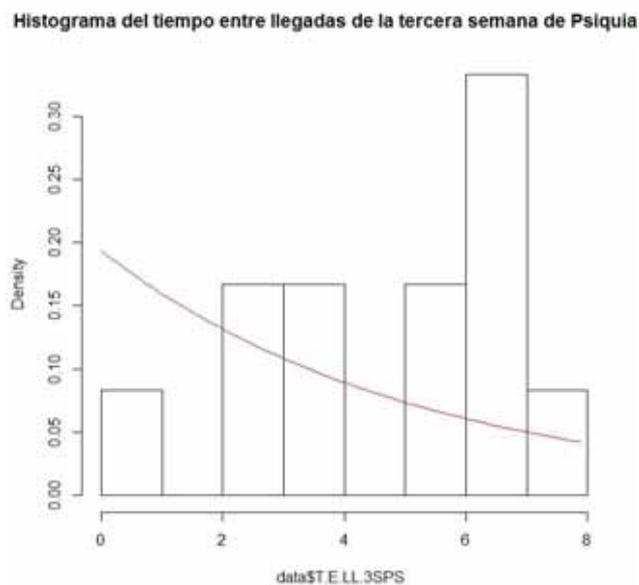
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 10seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de psiquiatría de la tercera semana es de 14min 20seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de psiquiatría en la tercera semana es de 2h 26min 25seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la tercera semana.

- Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Psiquiatría.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SPS,"pexp",ajust3sps$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.3SPS

D = 0.35713, p-value = 0.09367

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

```
In ks.test(data$T.E.LL.3SPS, "pexp", ajust3sps$estimate) :
```

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.09367 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 5.606$$

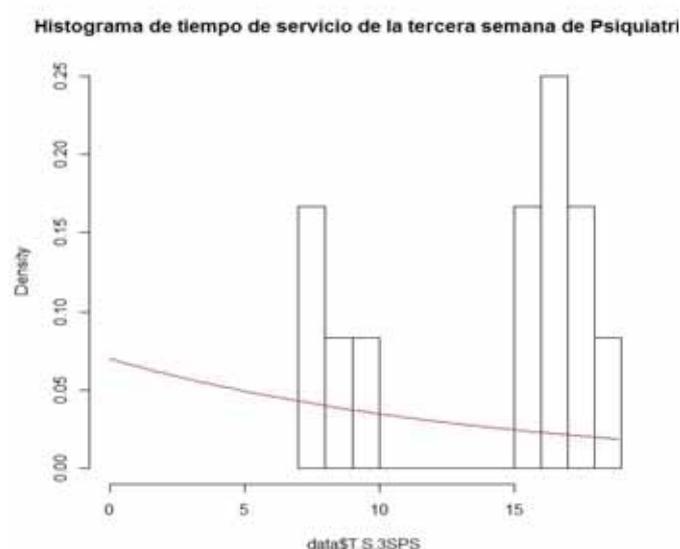
$$\sigma_A = 2.368$$

$$\mu_A = 5.167$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.458$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Psiquiatría de la tercera semana.**

- **Histograma de tiempo de servicio de la tercera semana de Psiquiatría.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.3SPS,"pexp",ajust3sps$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.3SPS

D = 0.38638, p-value = 0.05559

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.3SPS, "pexp", ajust3sps\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05559 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 19.697$$

$$\sigma_s = 4.438$$

$$\mu_s = 14.333$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.3096$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.360$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.102$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.6667$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.462$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.283$$

→ Con este resultado se analiza que:

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es M/M/S=1/K = ∞/H= ∞/Z = FIFO: M/M/1, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera S=1, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola K = ∞ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial H= ∞*

- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

D. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría de la cuarta semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°10 de Psiquiatría de la cuarta semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 79. Ficha de observación del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	7:10:00	8:40:00	8:54:00
2	7:12:00	8:56:00	9:05:00
3	7:15:00	9:07:00	9:22:00
4	7:20:00	9:24:00	9:40:00
5	7:29:00	9:41:00	9:47:00
6	7:35:00	9:49:00	10:03:00
7	7:44:00	10:05:00	10:12:00
8	7:51:00	10:14:00	10:29:00
9	7:54:00	10:30:00	10:47:00
10	7:56:00	10:50:00	10:58:00
11	8:00:00	11:00:00	11:17:00
12	8:03:00	11:19:00	11:34:00
13	8:05:00	11:35:00	11:51:00

Los pacientes llegan al consultorio de psiquiatría en la cuarta semana a partir de las 7:10 am; el sistema de atención a los pacientes se apertura a partir de la las 8:40am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°80 .

Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°10 de psiquiatría de la cuarta semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 80. Ficha de procesamiento del Consultorio N°10 de Psiquiatría de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:14:00	1:30:00
2	1	0:02:00	0:09:00	1:44:00
3	2	0:03:00	0:15:00	1:52:00
4	3	0:05:00	0:16:00	2:04:00
5	4	0:09:00	0:06:00	2:12:00
6	5	0:06:00	0:14:00	2:14:00
7	6	0:09:00	0:07:00	2:21:00
8	7	0:07:00	0:15:00	2:23:00
9	8	0:03:00	0:17:00	2:36:00
10	9	0:02:00	0:08:00	2:54:00
11	10	0:04:00	0:17:00	3:00:00
12	11	0:03:00	0:15:00	3:16:00
13	12	0:02:00	0:16:00	3:30:00
PROMEDIO	6	0:04:14	0:13:00	2:25:51

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de psiquiatría de la cuarta semana es en promedio de 6 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

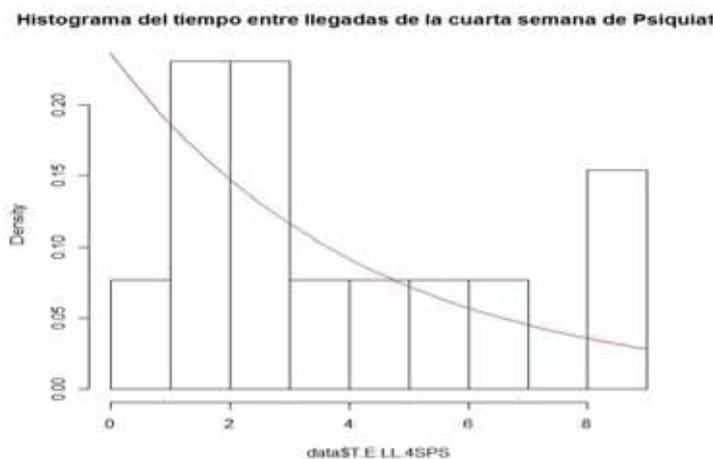
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4 min 14 seg.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de psiquiatría de la cuarta semana es de 13min.

El tiempo de espera del paciente del consultorio de psiquiatría en la cuarta semana es de 2h 25min 51seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de psiquiatría de la cuarta semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Psiquiatría.**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.4SPS,"pexp",ajust4sps$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.4SPS
```

```
D = 0.29978, p-value = 0.1932
```

```
alternative hypothesis: two-sided
```

Warning message:

```
In ks.test(data$T.E.LL.4SPS, "pexp", ajust4sps$estimate) :
```

```
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.
```

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.1932 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 7.858$$

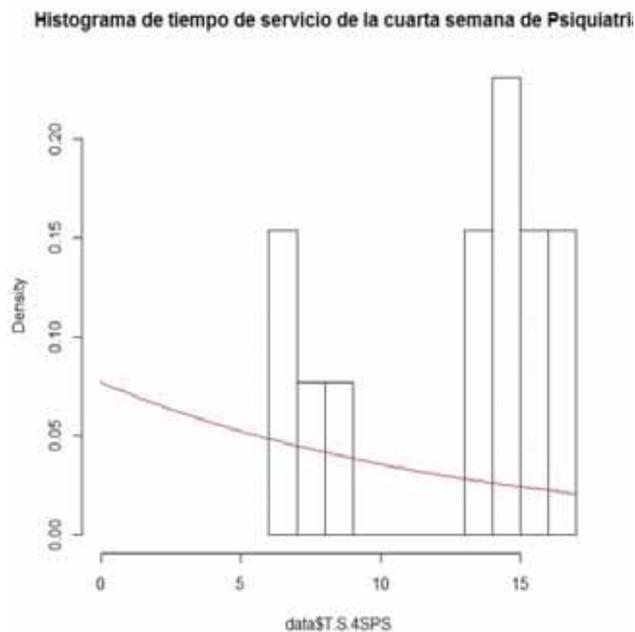
$$\sigma_A = 2.803$$

$$\mu_A = 4.231$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.662$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Psiquiatría de la cuarta semana.

- Histograma de tiempo de servicio de la cuarta semana Psiquiatría.



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Psiquiatría de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.4SPS,"pexp",ajust4sps$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.S.4SPS
```

D = 0.36969, p-value = 0.05725

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.4SPS, "pexp", ajust4sps\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05725 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 15.833$$

$$\sigma_s = 3.979$$

$$\mu_s = 13$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.306$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.325$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.114$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 0.4286$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.482$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.350$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

5.11. Análisis de los tiempos de llegada y servicio de los pacientes del consultorio N°11 de reumatología de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina.

A. Tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la primera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la primera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 81. Ficha de observación del Consultorio N° 11 de Reumatología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	07:00:00	08:12:00	08:24:00
2	07:08:00	08:25:00	08:31:00
3	07:12:00	08:33:00	08:38:00
4	07:18:00	08:40:00	08:51:00
5	07:28:00	08:52:00	09:02:00
6	07:36:00	09:04:00	09:17:00
7	07:50:00	09:18:00	09:30:00
8	08:00:00	09:32:00	09:41:00
9	08:06:00	09:42:00	09:53:00
10	08:10:00	09:54:00	10:07:00
11	08:15:00	10:10:00	10:18:00
12	08:21:00	10:20:00	10:31:00
13	08:28:00	10:32:00	10:45:00
14	08:32:00	10:46:00	10:53:00
15	08:33:00	10:55:00	10:59:00
16	08:36:00	11:02:00	11:14:00

Los pacientes llegan al consultorio de reumatología en la primera semana a partir de las 7:00 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:12 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°82. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la primera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 82. Ficha de procesamiento del Consultorio N°11 de Reumatología de la primera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	00:00:00	00:12:00	01:12:00
2	1	00:08:00	00:06:00	01:17:00
3	2	00:04:00	00:05:00	01:21:00
4	3	00:06:00	00:11:00	01:22:00
5	4	00:10:00	00:10:00	01:24:00
6	5	00:08:00	00:13:00	01:28:00
7	6	00:14:00	00:12:00	01:28:00
8	7	00:10:00	00:09:00	01:32:00
9	8	00:06:00	00:11:00	01:36:00
10	9	00:04:00	00:13:00	01:44:00
11	10	00:05:00	00:08:00	01:55:00
12	11	00:06:00	00:11:00	01:59:00
13	12	00:07:00	00:13:00	02:04:00
14	13	00:04:00	00:07:00	02:14:00
15	14	00:01:00	00:04:00	02:22:00
16	15	00:03:00	00:12:00	02:26:00
PROMEDIO	7.5	00:06:00	00:09:49	01:42:45

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de reumatología de la primera semana es en promedio de 7.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

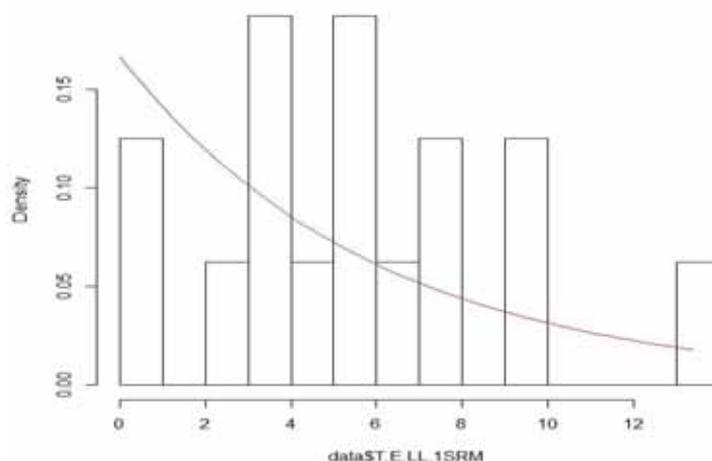
El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 6 min.

El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de reumatología de la primera semana es de 9min 49seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de reumatología en la primera semana es de 1h 42m 45seg.

- c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Reumatología de la primera semana.
- **histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Reumatología.**

histograma del tiempo entre llegadas de la primera semana de Reumato



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Reumatología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.1SRM,"pexp",ajust1srm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.1SRM

D = 0.29908, p-value = 0.1142

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.1SRM, "pexp", ajust1srm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.1142 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 12.533$$

$$\sigma_A = 3.540$$

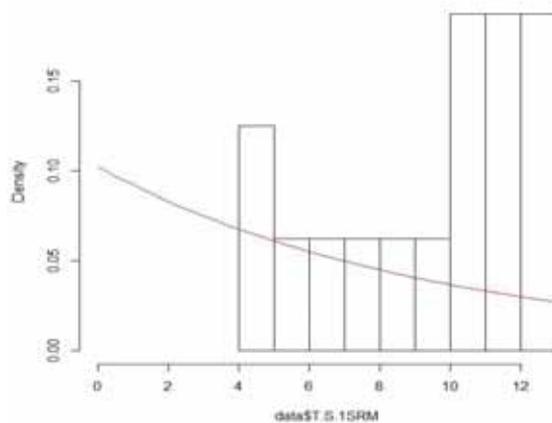
$$\mu_A = 6$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.59$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Reumatología de la primera semana.

- **Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Reumatología.**

Histograma de tiempo de servicio de la primera semana de Reumatolo



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Reumatología de la primera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.1SRM,"pexp",ajust1srm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.1SRM

D = 0.33674, p-value = 0.05311

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.1SRM, "pexp", ajust1srm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05311 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 8.829$$

$$\sigma_s = 2.971$$

$$\mu_s = 9.813$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.303$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.611$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.3299$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 3.237$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.5395$$

→ Con este resultado se analiza que:

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es M/M/S=1/K = ∞/H= ∞/Z = FIFO: M/M/1, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera S=1, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola K = ∞ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial H= ∞*

- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

B. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la segunda semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la segunda semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 83. Ficha de observación del Consultorio N°11 de Neurología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:42:00	8:15:00	8:29:00
2	6:48:00	8:30:00	8:36:00
3	6:53:00	8:38:00	8:43:00
4	6:58:00	8:45:00	8:57:00
5	7:05:00	9:00:00	9:08:00
6	7:13:00	9:10:00	9:24:00
7	7:19:00	9:25:00	9:29:00
8	7:21:00	9:32:00	9:42:00
9	7:32:00	9:43:00	9:56:00
10	7:37:00	10:00:00	10:14:00
11	7:47:00	10:16:00	10:25:00
12	7:50:00	10:27:00	10:39:00
13	7:54:00	10:42:00	10:53:00
14	8:00:00	10:55:00	11:04:00
15	8:03:00	11:05:00	11:10:00
16	8:10:00	11:15:00	11:26:00

Los pacientes llegan al consultorio de reumatología en la segunda semana a partir de las 6:42 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:15 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°84. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la segunda semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 84. Ficha de procesamiento del Consultorio N°11 de Reumatología de la segunda semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:14:00	1:33:00
2	1	0:06:00	0:06:00	1:42:00
3	2	0:05:00	0:05:00	1:45:00
4	3	0:05:00	0:12:00	1:47:00
5	4	0:07:00	0:08:00	1:55:00
6	5	0:08:00	0:14:00	1:57:00
7	6	0:06:00	0:04:00	2:06:00
8	7	0:02:00	0:10:00	2:11:00
9	8	0:11:00	0:13:00	2:11:00
10	9	0:05:00	0:14:00	2:23:00
11	10	0:10:00	0:09:00	2:29:00
12	11	0:03:00	0:12:00	2:37:00
13	12	0:04:00	0:11:00	2:48:00
14	13	0:06:00	0:09:00	2:55:00
15	14	0:03:00	0:05:00	3:02:00
16	15	0:07:00	0:11:00	3:05:00
PROMEDIO	7.5	0:05:30	0:09:49	2:16:37

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de reumatología de la segunda semana es en promedio de 7.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5min 30seg.

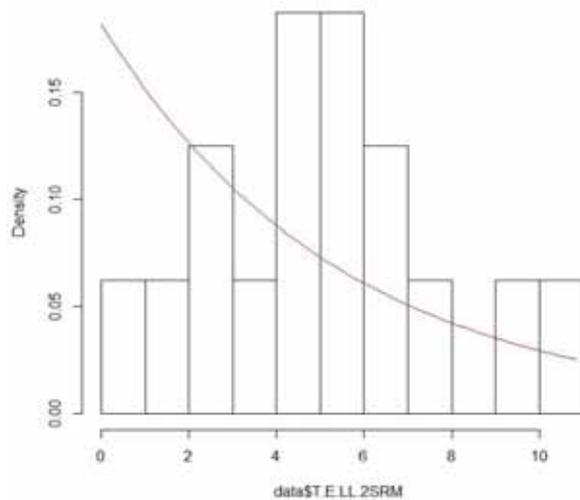
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de reumatología de la segunda semana es de 9min 49 seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de reumatología en la segunda semana es de 2h 16min 37seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Reumatología de la segunda semana.

- Histograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Reumatología.

istograma del tiempo entre llegadas de la segunda semana de Reumatología



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Reumatología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

`ks.test(data$T.E.LL.2SRM,"pexp",ajust2srm$estimate)`

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.2SRM

D = 0.29542, p-value = 0.1225

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.2SRM, "pexp", ajust2srm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.1225 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo entre llegadas(A)

$$\sigma_A^2 = 8$$

$$\sigma_A = 2.828$$

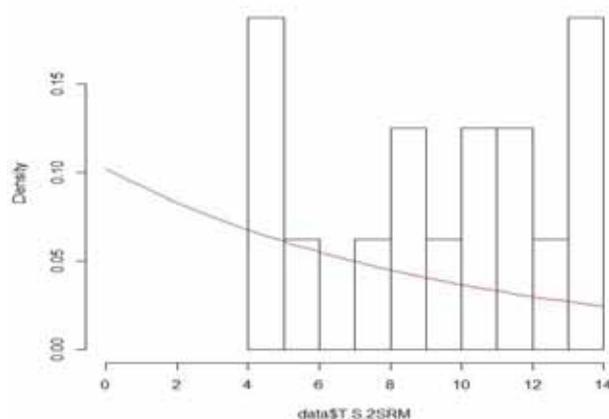
$$\mu_A = 5.5$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.514$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Reumatología de la segunda semana.

- Histograma del tiempo de servicio de la segunda semana de Reumatología.

Histograma de tiempo de servicio de la segunda semana de Reumatología



- Prueba de bondad de ajuste

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Reumatología de la segunda semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

ks.test(data\$T.S.2SRM,"pexp",ajust2srm\$estimate)

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.2SRM

D = 0.33674, p-value = 0.05311

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.2SRM, "pexp", ajust2srm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05311 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 11.629$$

$$\sigma_s = 3.410$$

$$\mu_s = 9.813$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.347$$

e. **Factor de carga del sistema**

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.560$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.288$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.50$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 2.826$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.514$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H= \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H= \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

C. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la tercera semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la tercera semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 85. Ficha de observación del Consultorio N°11 de reumatología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:30:00	8:30:00	8:43:00
2	6:35:00	8:45:00	8:52:00
3	6:38:00	8:53:00	8:59:00
4	6:46:00	9:02:00	9:14:00
5	6:50:00	9:15:00	9:26:00
6	6:59:00	9:28:00	9:42:00
7	7:02:00	9:44:00	9:49:00
8	7:08:00	9:50:00	10:00:00
9	7:13:00	10:03:00	10:15:00
10	7:16:00	10:17:00	10:31:00
11	7:20:00	10:33:00	10:42:00
12	7:22:00	10:44:00	10:56:00
13	7:30:00	10:58:00	11:12:00
14	7:39:00	11:13:00	11:22:00
15	7:49:00	11:24:00	11:28:00
16	7:51:00	11:30:00	11:43:00

Los pacientes llegan al consultorio de reumatología en la tercera semana a partir de las 6:30 am; el sistema de atención a los pacientes se apertura a partir de las 8:30 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°86. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la tercera semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 86. Ficha de procesamiento del Consultorio N°1 de Cardiología de la tercera semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:13:00	2:00:00
2	1	0:05:00	0:07:00	2:10:00
3	2	0:03:00	0:06:00	2:15:00
4	3	0:08:00	0:12:00	2:16:00
5	4	0:04:00	0:11:00	2:25:00
6	5	0:09:00	0:14:00	2:29:00
7	6	0:03:00	0:05:00	2:42:00
8	7	0:06:00	0:10:00	2:42:00
9	8	0:05:00	0:12:00	2:50:00
10	9	0:03:00	0:14:00	3:01:00
11	10	0:04:00	0:09:00	3:13:00
12	11	0:02:00	0:12:00	3:22:00
13	12	0:08:00	0:14:00	3:28:00
14	13	0:09:00	0:09:00	3:34:00
15	14	0:10:00	0:04:00	3:35:00
16	15	0:02:00	0:13:00	3:39:00
PROMEDIO	7.5	0:05:04	0:10:19	2:51:19

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de reumatología de la tercera semana es en promedio de 7.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 5 min 4seg.

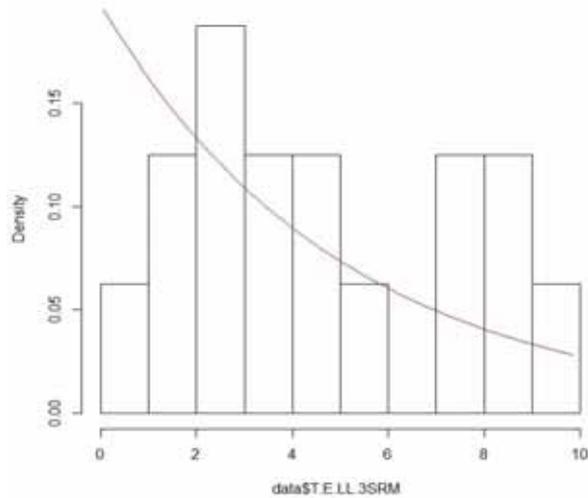
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de reumatología de la tercera semana es de 10min 19seg.

El tiempo de espera del paciente del consultorio de reumatología en la tercera semana es de 2h 51min 19seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Reumatología de la tercera semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Reumatología.**

histograma del tiempo entre llegadas de la tercera semana de Reumatología



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Reumatología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.3SRM,"pexp",ajust3srm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.E.LL.3SRM

D = 0.26386, p-value = 0.2152

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.E.LL.3SRM, "pexp", ajust3srm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.2152 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 8.863$$

$$\sigma_A = 2.977$$

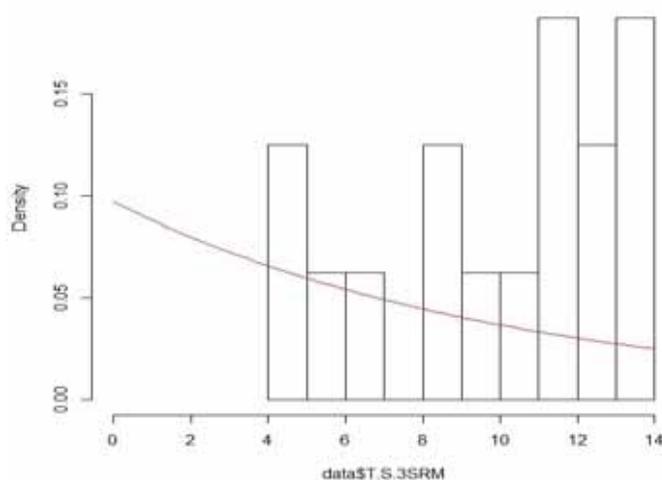
$$\mu_A = 5.063$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.588$$

d. **Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Reumatología de la tercera semana.**

- **Histograma de tiempo de servicio de la tercera semana de Reumatología.**

Histograma de tiempo de servicio de la tercera semana de Reumatología



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Reumatología de la tercera semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.S.3SRM,"pexp",ajust3srm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.3SRM

D = 0.33219, p-value = 0.05854

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.3SRM, "pexp", ajust3srm\$estimate) :

ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05854 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- Tiempo de servicio(S)

$$\sigma_s^2 = 11.029$$

$$\sigma_s = 3.321$$

$$\mu_s = 10.313$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.322$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.491$$

- Múltiplo de tiempo de espera (MTE)

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.225$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- Tiempo de espera

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 2.320$$

- Longitud promedio de la cola

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.458$$

→ Con este resultado se analiza que:

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H = \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*
- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H = \infty$*

- La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.
- El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable

D. Tiempo de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la cuarta semana.

a. Registro de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la cuarta semana.

Se utilizará la ficha de observación de los pacientes para el registro de información de la hora de llegada, inicio y terminación de servicio del paciente en el hospital Regional de cusco, se realizó un seguimiento durante un periodo de tiempo del mes de setiembre cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 87. Ficha de observación del Consultorio N°11 de reumatología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	HORA DE LLEGADA	HORA DE INICIO DE SERVICIO	HORA DE TERMINO DE SERVICIO
1	6:25:00	8:20:00	8:31:00
2	6:28:00	8:32:00	8:38:00
3	6:34:00	8:40:00	8:45:00
4	6:41:00	8:47:00	8:59:00
5	6:50:00	9:01:00	9:12:00
6	6:55:00	9:14:00	9:27:00
7	6:57:00	9:30:00	9:34:00
8	7:02:00	9:36:00	9:46:00
9	7:08:00	9:48:00	10:00:00
10	7:10:00	10:02:00	10:15:00
11	7:13:00	10:17:00	10:25:00
12	7:19:00	10:27:00	10:39:00
13	7:27:00	10:40:00	10:53:00
14	7:32:00	10:55:00	11:04:00
15	7:36:00	11:06:00	11:13:00
16	7:39:00	11:15:00	11:27:00

Los pacientes llegan al consultorio de reumatología en la cuarta semana a partir de las 6:25 am; el sistema del servicio de atención a los pacientes se apertura a partir de la

las 8:20 am lo que genera un tiempo de espera significativo tal como se observa en la tabla N°88. Todos los pacientes llegan al consultorio antes que se inicie el servicio de atención al paciente.

Esta información contribuirá de base, primero para evaluar el comportamiento de la distribución y determinar la longitud de la cola.

b. Análisis del comportamiento de tiempos de llegada y de servicio del consultorio N°11 de Reumatología de la cuarta semana.

La ficha de procesamiento de información de los pacientes se registra la longitud de cola, tiempo desde la llegada anterior, tiempo de servicio y tiempo de espera.

Tabla 88. Ficha de procesamiento del Consultorio N°11 de Reumatología de la cuarta semana

PACIENTE NUMERO	LONGITUD DE COLA (L)	TIEMPO DESDE LA LLEGADA ANTERIOR(MIN) (A)	TIEMPO DE SERVICIO (MIN) (S)	TIEMPO DE ESPERA(MIN) (E)
1	0	0:00:00	0:11:00	1:55:00
2	1	0:03:00	0:06:00	2:04:00
3	2	0:06:00	0:05:00	2:06:00
4	3	0:07:00	0:12:00	2:06:00
5	4	0:09:00	0:11:00	2:11:00
6	5	0:05:00	0:13:00	2:19:00
7	6	0:02:00	0:04:00	2:33:00
8	7	0:05:00	0:10:00	2:34:00
9	8	0:06:00	0:12:00	2:40:00
10	9	0:02:00	0:13:00	2:52:00
11	10	0:03:00	0:08:00	3:04:00
12	11	0:06:00	0:12:00	3:08:00
13	12	0:08:00	0:13:00	3:13:00
14	13	0:05:00	0:09:00	3:23:00
15	14	0:04:00	0:07:00	3:30:00
16	15	0:03:00	0:12:00	3:36:00
PROMEDIO	7.5	0:04:38	0:09:52	2:42:08

La longitud de la cola de los pacientes del consultorio de reumatología de la cuarta semana es en promedio de 7.5 pacientes, los 5 primeros pacientes encuentran una longitud de cola menor con respecto a los últimos pacientes que la cola es mayor.

El tiempo promedio por llegada de un paciente con el paciente anterior es de 4min 38seg.

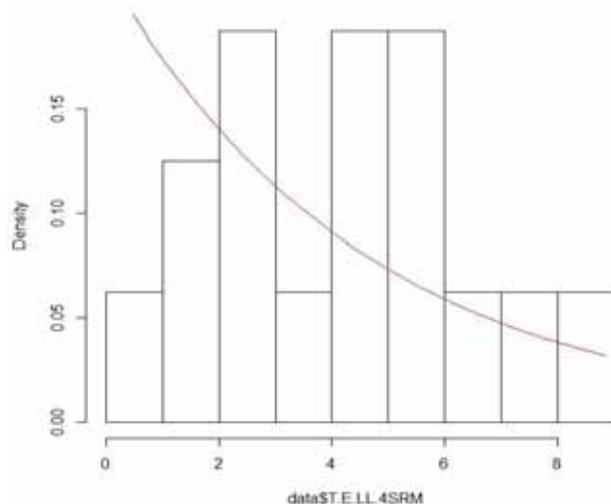
El tiempo promedio de servicio de atención al paciente en el consultorio de reumatología de la cuarta semana es de 9 min 52seg.

El tiempo promedio de espera del paciente del consultorio de reumatología en la cuarta semana es de 2h 42min 8seg.

c. Prueba de hipótesis del tiempo entre llegadas del paciente en el consultorio de Reumatología de la cuarta semana.

- **Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Reumatología.**

Histograma del tiempo entre llegadas de la cuarta semana de Reumatol



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos entre llegadas del paciente en el consultorio de Reumatología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial

H_0 : El tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo entre llegadas no se ajusta a una distribución exponencial

```
ks.test(data$T.E.LL.4SRM,"pexp",ajust4srm$estimate)
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: data$T.E.LL.4SRM
```

```
D = 0.28975, p-value = 0.1362
```

```
alternative hypothesis: two-sided
```

Warning message:

```
In ks.test(data$T.E.LL.4SRM, "pexp", ajust4srm$estimate) :
```

```
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.
```

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.1362 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo entre llegadas se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo entre llegadas(A)**

$$\sigma_A^2 = 5.717$$

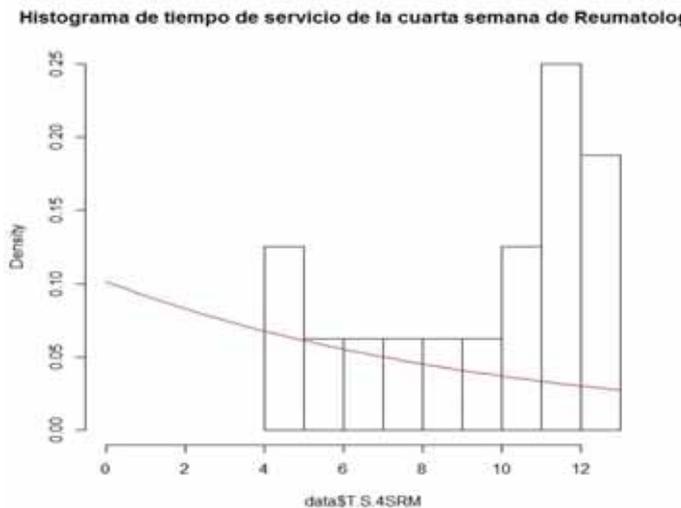
$$\sigma_A = 2.391$$

$$\mu_A = 4.625$$

$$cv_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = 0.517$$

d. Prueba de hipótesis del tiempo de servicio de atención al paciente en el consultorio de Reumatología de la cuarta semana.

- **Histograma de tiempo de servicio de la cuarta semana de Reumatología**



- **Prueba de bondad de ajuste**

Para comprobar si los tiempos de servicio de atención del paciente en el consultorio de Reumatología de la cuarta semana se ajusta a una distribución exponencial.

H_0 : El tiempo de servicio de atención se ajusta a una distribución exponencial

H_a : El tiempo de servicio de atención no se ajusta a una distribución exponencial

`ks.test(data$T.S.4SRM,"pexp",ajust4srm$estimate)`

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: data\$T.S.4SRM

D = 0.3348, p-value = 0.05537

alternative hypothesis: two-sided

Warning message:

In ks.test(data\$T.S.4SRM, "pexp", ajust4srm\$estimate) :
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test.

Interpretación:

Con la prueba de bondad de ajuste se obtiene un p-valor=0.05537 > 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que nos indica que el tiempo de servicio de atención al paciente se ajusta a una distribución exponencial con un nivel de significancia del 5%.

- **Tiempo de servicio(S)**

$$\sigma_s^2 = 9.05$$

$$\sigma_s = 3.008$$

$$\mu_s = 9.875$$

$$cv_s = \frac{\sigma_s}{\mu_s} = 0.305$$

e. Factor de carga del sistema

$$\rho = \frac{\mu_A}{c\mu_s} = 0.468$$

- **Múltiplo de tiempo de espera (MTE)**

Para el modelo M/M/1, El múltiplo de tiempo de espera está dado por:

$$MTE = (MTE_{M/M}) \left(\frac{cv_A^2 + cv_s^2}{2} \right) = 0.180$$

Según tabla de múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M} = 1.00$ (anexo)

- **Tiempo de espera**

$$\mu_E = \mu_s (MTE) = 1.778$$

- **Longitud promedio de la cola**

$$\mu_L = \frac{\mu_E}{\mu_A} = 0.384$$

→ **Con este resultado se analiza que:**

El modelo de teoría de colas que se presenta para el conjunto de datos es $M/M/S=1/K = \infty/H = \infty/Z = FIFO: M/M/1$, es decir que:

- *La distribución para el tiempo entre llegadas es exponencial (M)*
- *Los tiempos de servicio es exponencial(M)*
- *El número de servidores del sistema se considera $S=1$, puesto que hay un médico para el consultorio que realiza el servicio de atención*

- *La capacidad de la cola $K = \infty$ si no hay límite para la cola*
- *El tamaño de la población potencial $H = \infty$*
- *La disciplina de la cola es $Z = FIFO$ se atiende primero al paciente que antes haya llegado.*
- *El factor de carga del sistema es menor que uno $\rho < 1$, es decir que el sistema es estable*

DISCUSIÓN

En el presente estudio de tipo básica y descriptivo en la cual ha sido aplicado con una muestra no probabilística y aplicando el Software R, encontrándose los siguientes resultados:

- Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas y el tiempo del servicio de atención al paciente durante las cuatro semanas en el consultorio de cardiología se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Primera semana: TELL $p - \text{valué} = 0.3903 > 0.05$ y TS $p - \text{valué} = 0.1986 > 0.05$

Segunda semana: TELL $p - \text{valué} = 0.9639 > 0.05$ y TS $p - \text{valué} = 0.06007 > 0.05$

Tercera semana: TELL $p - \text{valué} = 0.3081 > 0.05$ y TS $p - \text{valué} = 0.07693 > 0.05$

Cuarta semana: TELL $p - \text{valué} = 0.09982 > 0.05$ Y TS $p - \text{valué} = 0.188 > 0.05$

Según la Prueba de Kolmogorov Smirov donde $p - \text{valué} > 0.05$, se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Cardiología, si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.

- Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnostico en el consultorio de Cardiología y se obtuvo los siguientes resultados:

Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.75 < 8$).

Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($7.5 < 10$).

Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.765 < 8.706$).

Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($6.824 < 7.706$).

Por lo tanto, se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.

- Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas y el tiempo del servicio de atención al paciente durante las cuatro semanas en el Consultorio de Dermatología se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Primera semana: TELL $p - \text{valué} = 0.5055 > 0.05$ y TS $p - \text{valué} = 0.07693 > 0.05$

Segunda semana: TELL $p - \text{valué} = 0.2568 > 0.05$ Y TS $p - \text{valué} = 0.06494 > 0.05$

Tercera semana: TELL $p - \text{valué} = 0.6073 > 0.05$ y TS $p - \text{valué} = 0.05225 > 0.05$

Cuarta semana: TELL $p - \text{valué} = 0.6736 > 0.05$ Y TS $p - \text{valué} = 0.6736 > 0.05$

Según la Prueba de Kolmogorov Smirov donde $p\text{-value} > 0.05$, se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Dermatología, si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.

- Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnóstico en el consultorio de Dermatología y se obtuvo los siguientes resultados:

Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.235 < 10.822$).

Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($6.647 < 9.941$).

Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.2 < 9.333$).

Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.474 < 8.632$).

Por lo tanto, se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.

- Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas y el tiempo del servicio de atención al paciente durante las cuatro semanas en el Consultorio de Endocrinología se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Primera semana: TELL $p\text{-value} = 0.3322 > 0.05$ y TS $p\text{-value} = 0.07229 > 0.05$

Segunda semana: TELL $p\text{-value} = 0.2929 > 0.05$ Y TS $p\text{-value} = 0.09653 > 0.05$

Tercera semana: TELL $p\text{-value} = 0.7515 > 0.05$ y TS $p\text{-value} = 0.07448 > 0.05$

Cuarta semana: TELL $p\text{-value} = 0.0787 > 0.05$ Y TS $p\text{-value} = 0.05751 > 0.05$

Según la Prueba de Kolmogorov Smirov donde $p\text{-value} > 0.05$, se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Endocrinología, si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.

Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnóstico en el Consultorio de Endocrinología y se obtuvo los siguientes resultados:

Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($3.625 < 8.438$).

Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.667 < 8.333$).

Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.222 < 8.333$).

Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.556 < 9.111$).

Por lo tanto, se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.

- Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas (TELL) y el tiempo del servicio de atención (TS) al paciente durante las cuatro semanas en el Consultorio de Gastroenterología se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Primera semana: TELL p – valúe = $0.3082 > 0.05$ y TS p - valúe = $0.05654 > 0.05$

Segunda semana: TELL p – valúe = $0.136 > 0.05$ y TS p – valúe = $0.05582 > 0.05$

Tercera semana: TELL p – valúe = $0.06 > 0.05$ y TS p - valúe = $0.05616 > 0.05$

Cuarta semana: TELL p – valúe = $0.05942 > 0.05$ Y TS p – valúe = $0.07448 > 0.05$

Según la Prueba de Kolmogorov - Smirnov donde p- valúe > 0.05 , se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Gastroenterología, si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.

- Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnostico en el consultorio de Gastroenterología y se obtuvo los siguientes resultados:

Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.773 < 8.955$).

Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.957 < 9.174$).

Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.583 < 9.417$).

Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.444 < 8.333$).

Por lo tanto, se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.

- Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas y el tiempo del servicio de atención al paciente durante las cuatro semanas en el Consultorio de Infectología se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Primera semana: TELL $p - \text{valué} = 0.09493 > 0.05$ y TS $p - \text{value} = 0.07448 > 0.05$

Segunda semana: TELL $p - \text{valué} = 0.3372 > 0.05$ Y TS $p - \text{value} = 0.0756 > 0.05$

Tercera semana: TELL $p - \text{valué} = 0.06355 > 0.05$ y TS $p - \text{value} = 0.07329 > 0.05$

Cuarta semana: TELL $p - \text{valué} = 0.062 > 0.05$ Y TS $p - \text{value} = 0.0547 > 0.05$

Según la Prueba de Kolmogorov Smirov donde $p - \text{valué} > 0.05$, se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Infectología, si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.

- Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnóstico en el Consultorio de Infectología y se obtuvo los siguientes resultados:

Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($3.889 < 8.333$).

Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.158 < 8.632$).

Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.75 < 8.85$).

Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.1 < 10.1$).

Por lo tanto, se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.

- Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas y el tiempo del servicio de atención al paciente durante las cuatro semanas en el Consultorio de Medicina Interna se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Primera semana: TELL $p - \text{valué} = 0.0685 > 0.05$ y TS $p - \text{valué} = 0.05519 > 0.05$

Segunda semana: TELL $p - \text{valué} = 0.06101 > 0.05$ Y TS $p - \text{valué} = 0.06485 > 0.05$

Tercera semana: TELL $p - \text{valué} = 0.08826 > 0.05$ y TS $p - \text{valué} = 0.05181 > 0.05$

Cuarta semana: TELL $p - \text{valué} = 0.06386 > 0.05$ Y TS $p - \text{valué} = 0.05361 > 0.05$

Según la Prueba de Kolmogorov Smirov donde $p - \text{valué} > 0.05$, se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en

- el Consultorio de Medicina Interna ,si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.
- Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnostico en el consultorio de Medicina Interna y se obtuvo los siguientes resultados:
 - Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.556 < 10.778$).
 - Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.824 < 10.588$).
 - Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.176 < 12.588$).
 - Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.5 < 13.111$).

Por lo tanto, se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.
 - Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas y el tiempo del servicio de atención al paciente durante las cuatro semanas en el Consultorio de Nefrología se tiene los siguientes resultados respectivamente:
 - Primera semana: TELL p – value = 0.5384 > 0.05 y TS p - value = 0.05618 > 0.05
 - Segunda semana: TELL p – value = 0.3376 > 0.05 Y TS p – value = 0.05538 > 0.05
 - Tercera semana: TELL p – value = 0.08753 > 0.05 y TS p - value = 0.05618 > 0.05
 - Cuarta semana: TELL p – value = 0.1569 > 0.05 Y TS p – value = 0.05603 > 0.05

Según la Prueba de Kolmogorov Smirov donde p- value > 0.05, se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Nefrologia ,si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.
 - Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnostico en el consultorio de Nefrología y se obtuvo los siguientes resultados:
 - Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5 < 8.45$).
 - Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.846 < 6.461$).
 - Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5 < 8.45$).

Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.286 < 6.786$).

Por lo tanto se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.

- Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas y el tiempo del servicio de atención al paciente durante las cuatro semanas en el Consultorio de Neumología se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Primera semana: TELL p – value = 0.07963 > 0.05 y TS p - value = 0.05624 > 0.05

Segunda semana: TELL p – value = 0.1118 > 0.05 Y TS p – value = 0.05205 > 0.05

Tercera semana: TELL p – value = 0.07963 > 0.05 y TS p - value = 0.05474 > 0.05

Cuarta semana: TELL p – value = 0.07967 > 0.05 Y TS p – value = 0.05931 > 0.05

Según la Prueba de Kolmogorov Smirov donde p- valué > 0.05, se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Neumología ,si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.

- Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnostico en el consultorio de Neumología y se obtuvo los siguientes resultados:

Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.412 < 12.765$).

Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.706 < 15.118$).

Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.412 < 12.706$).

Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.529 < 12.882$).

Por lo tanto, se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.

- Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas y el tiempo del servicio de atención al paciente durante las cuatro semanas en el consultorio de Neurología se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Primera semana: TELL p – value = 0.05406 > 0.05 y TS p - value = 0.05315 > 0.05

Segunda semana: TELL p – value = 0.0917 > 0.05 Y TS p – value = 0.05661 > 0.05

Tercera semana: TELL p – value = 0.1005 > 0.05 y TS p - value = 0.05169 > 0.05

Cuarta semana: TELL $p - \text{value} = 0.062 > 0.05$ Y TS $p - \text{value} = 0.05422 > 0.05$

Según la Prueba de Kolmogorov Smirov donde $p - \text{value} > 0.05$, se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Neurología ,si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.

- Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnostico en el consultorio de Cardiología y se obtuvo los siguientes resultados:

Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($2.618 < 10.722$).

Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.529 < 8.294$).

Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.944 < 10.667$).

Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.1 < 8.4$).

Por lo tanto, se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.

- Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas y el tiempo del servicio de atención al paciente durante las cuatro semanas en el Consultorio de Psiquiatría se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Primera semana: TELL $p - \text{valué} = 0.7097 > 0.05$ y TS $p - \text{valué} = 0.05354 > 0.05$

Segunda semana: TELL $p - \text{valué} = 0.1699 > 0.05$ Y TS $p - \text{valué} = 0.05203 > 0.05$

Tercera semana: TELL $p - \text{valué} = 0.09367 > 0.05$ y TS $p - \text{valué} = 0.05559 > 0.05$

Cuarta semana: TELL $p - \text{valué} = 0.1932 > 0.05$ Y TS $p - \text{valué} = 0.05725 > 0.05$

Según la Prueba de Kolmogorov Smirov donde $p - \text{valué} > 0.05$, se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Psiquiatría ,si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.

- Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnostico en el consultorio de Psiquiatría y se obtuvo los siguientes resultados:

Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.846 < 12.846$).

Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.813 < 14.563$).

Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.167 < 14.333$).

Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.231 < 13$).

Por lo tanto se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.

- Para el procesamiento de los datos del tiempo entre llegadas y el tiempo del servicio de atención al paciente durante las cuatro semanas en el consultorio de Reumatología se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Primera semana: TELL p – valué = $0.1142 > 0.05$ y TS p - valué = $0.05311 > 0.05$

Segunda semana: TELL p – valué = $0.1225 > 0.05$ Y TS p – valué = $0.05311 > 0.05$

Tercera semana: TELL p – valué = $0.2152 > 0.05$ y TS p - valué = $0.05854 > 0.05$

Cuarta semana: TELL p – valué = $0.1362 > 0.05$ Y TS p – valué = $0.05537 > 0.05$

Según la Prueba de Kolmogorov Smirov donde p- valué > 0.05 , se determina que en las cuatro semanas el tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio de atención al paciente en el Consultorio de Reumatología ,si se ajustan a una distribución de probabilidad exponencial.

- Con los resultados obtenidos durante las cuatro semanas se realizó, el diagnostico en el consultorio de Reumatología y se obtuvo los siguientes resultados:

Primera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($6 < 9.813$).

Segunda semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.5 < 9.813$).

Tercera semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($5.063 < 10.313$).

Cuarta semana: Que la velocidad media de llegadas (λ) es menor que la velocidad de servicio (μ); es decir ($4.625 < 9.875$).

Por lo tanto, se concluye que el sistema no se encuentra congestionado, es decir está en un estado estable.

CONCLUSIONES

1. El comportamiento de los tiempos de servicio y el tiempo entre llegadas de los modelos para los once consultorios de la especialidad de medicina de la unidad productora de servicio de salud de consulta externa del Hospital Regional del Cusco, es de un línea de espera con un solo servidor para cada consultorio M/M/1 donde se determina que la intensidad de tráfico $\rho < 1$ es decir que la tasa media de llegas es menor que la tasa media de servicio de atención al paciente, obteniendo que el sistema utilizado en cada uno de los consultorios es estable.
2. La distribución probabilística de los tiempos de servicio de atención de pacientes en los once consultorios de la especialidad de medicina sigue una distribución probabilística exponencial de tasa media μ y λ respectivamente, según la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov - Smirov donde p- valúe > 0.05 .
3. La distribución probabilística del tiempo entre llegadas de pacientes en los once consultorios de la especialidad de medicina sigue una distribución probabilística exponencial de tasa media μ y λ respectivamente, según la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov - Smirov donde p- valúe > 0.05 .

RECOMENDACIONES

Se recomienda al Director del Hospital Regional del Cusco que debe considerar, evitar la desestabilización del sistema de servicio dentro de la unidad productora de servicio de salud de consulta externa, de la especialidad de medicina del Hospital Regional Cusco el tiempo de servicio de atención para cada paciente no debe de pasar promedio de 15 minutos para así dar el cumplimiento a las políticas del hospital, y así incrementar la satisfacción de los pacientes.

Y así implementar, aplicar las tecnologías de información y comunicación en lo que concierne a la teoría de colas anualmente en las diferentes especialidades del Hospital Regional Cusco para así tener una información vital con el fin de dar seguimiento y encontrar las condiciones óptimas en el funcionamiento de la atención a los pacientes y de esta manera tomar decisiones dentro del Hospital y mejoras en el servicio a los pacientes.

Así mismo el personal que labora en el Área de Estadística del hospital debe ser capacitado en estudios sobre modelo de colas mediante el software R, para realizar ajustes a la distribución de probabilidades y mejorar en el transcurso de los procesos de atención en las diferentes especialidades del Hospital Regional del Cusco.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., & Camm, J. D. (2011). *Metodos Cuantitativos para los negocios*. Mexico: Editores;S.A.
- Aragon Salgado, L. g. (2016). *Estadistica en el area de la Ciencias sociales y Administrativas*. Mexico: Alfaomega.
- Cordova Zamora, M. (2006). *Estadística Inferencial*. Lima: Moshera S.R.L.
- Diaz Fernandez, L. (2006). *Desarrollo de un simulador orientado a eventos para la resolucion de problemas genrales de Teoria de Colas*. Sevilla.
- Diaz S., C. (2006). *Metodologia de la Investigacion Cientifica*. Lima: San Marcos.
- Garcia Sabater, J. P. (2016). *Aplicando Teoria de Colas en Direccion de Operaciones*. Valencia.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introduccion a la Investigacion Operativa*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES,S.A.DE CV.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). *Administracion de Operaciones Procesos y cadenas de valor*. Mexico: Pearson Educacion.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). *Tecnicas de Muetsreo sobre una Poblacion en estudio*. Temuco: catalonia.
- Ricardo, C. A. (2002). *Introduccion a la Simulacion y a la Teoria de Colas*. Coruña: Netbiblo,S.L.
- Rincon abril, L. A. (2001). *Investigacion de Operaciones para Ingenierias y Administracion de Empresas*. Palmira: Feriva S.A.
- Taha, H. A. (2004). *Investigacion Operaciones*. Mexico: Pearson Educacion.
- Winston, W. L. (2005). *Investigacion de Operaciones Aplicaciones y Algoritmos*. Mexico: International Thomson editores,S.A.

ANEXOS

- a. Matriz de Consistencia
- b. Instrumentos de recolección de información
- c. Tabla de múltiplo tiempo de espera
- d. Autorización para la realización de la aplicación del instrumento de Trabajo de Investigación por parte del Hospital Regional del Cusco.

Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Variable de Estudio
¿Cuál es el comportamiento de los tiempos de servicio y el tiempo entre llegadas según los modelos de línea de espera a los pacientes atendidos en la Unidad Productora de Servicio de salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019??	Evaluar el comportamiento de los tiempos de servicio y el tiempo entre llegadas según los modelos de línea de espera a los pacientes atendidos en la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco, 2019	Los tiempos de servicio de atención y el tiempo entre llegadas según los modelos de línea de espera a los pacientes atendidos en la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco siguen una distribución probabilística Exponencial.	Tiempo de servicio Patrón de llegadas
Problema Específico	Objetivo Especifico	Hipotesis Específicas	
¿Cuál es la distribución probabilística de los tiempos de servicio de atención al paciente en la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco,2019?	Describir la distribución probabilística de los tiempos de servicio de atención al paciente en la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco,2019.	La distribución probabilística de los tiempos de servicio de atención al paciente en la unidad productora de servicio de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco si proporciona una distribución probabilística Exponencial.	
¿Cuál es el tiempo entre llegadas de la distribución de probabilidad en los pacientes a la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco,2019?	Describir el tiempo entre llegadas de la distribución de probabilidad en los pacientes a la Unidad Productora de Servicio de Salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco,2019.	El tiempo entre llegadas de la distribución de probabilidad en los pacientes a la unidad productora de servicio de salud de Consulta Externa en uno de los consultorios de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco si proporciona una distribución probabilística de Exponencial.	

Múltiplo de tiempo de espera $MTE_{M/M}$

<i>Número de canales de servicio, C</i>				
<i>Factor de carga del sistema (ρ)</i>	C=1	C=2	C=3	C=4
0.10	0.1110	0.0101	0.0014	0.0002
0.20	0.2500	0.0417	0.0103	0.0030
0.30	0.4286	0.0989	0.0333	0.0132
0.40	0.6667	0.1905	0.0784	0.0378
0.50	1.0000	0.3333	0.1579	0.0870
0.60	1.5000	0.5625	0.2956	0.1794
0.70	2.3333	0.9608	0.5470	0.3572
0.80	4.0000	1.7780	1.0787	0.7455
0.90	9.0000	4.2632	2.7235	1.9694
0.95	19.0000	9.2564	6.0467	4.4571



**GOBIERNO REGIONAL CUSCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO
HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO**



"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"
"Cusco, Capital Arqueológica de América"

Cusco, 19 JUL 2019
DRSC.PROV.Nº 078-2019 - HRC. DE.

DE : Director Ejecutivo del Hospital Regional Cusco.
A : Señor Julio Mayorga Chalco.
ASUNTO : Autorización de Aplicación de Trabajo de Investigación.
REF. : Exp. 6624.

Visto el documento que antecede de acuerdo a la opinión favorable del Comité de Investigación, de la Unidad de Estadística y de la Unidad de Capacitación, la Dirección Ejecutiva del Hospital Regional del Cusco, autoriza la realización de la aplicación del Instrumento de trabajo de Investigación, intitulado "Análisis del Tiempo de Servicio y Patrón de Llegadas Según la Teoría de Colas de los Pacientes de la Unidad Productora de Servicios de Salud de Consulta Externa de la Especialidad de Medicina en el Hospital Regional del Cusco 2019". Debiendo acogerse al horario y normas de la Institución.

Atentamente,



C.C.Archivo
FHR/gap.

Av. La Cultura s/n Telf.: 227661 – 231131 Emergencia Telf.: 223691 CUSCO - PERU
e-mail: hrc@hospitalregionalcusco.gob.pe
Página web: www.hospitalregionalcusco.gob.pe