UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PERIODO ACADÉMICO: OCTUBRE 2019 MARZO 2020
PRACTICA # 8
ASIGNATURA: SIMULACIÓN
RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: Entiende la Teoría de Colas y la aplica usando software de simulación R
TIEMPO PLANIFICADO: 3 HORAS
NUMERO DE ESTUDIANTES: Sexto ciclo (Paralelo A)

1.TEMA: Aplicaciones de la simulación usando las distribuciones de probabilidad y variables aleatorias

2. OBJETIVOS:

- Comprende los métodos de distribuciones de probabilidad en R.
- Aplica la simulación para la resolución de problemas prácticos.

3. RECURSOS NECESARIOS:

- R
- Computador de Laboratorios

4. INSTRUCCIONES:

- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos

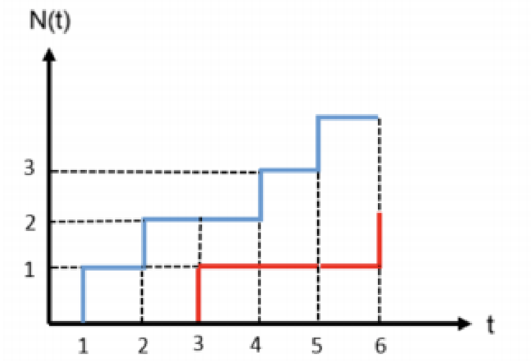
5. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

a. **Indique si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: "Uno de los propósitos de la ingeniería de transporte es combatir la congestión vehicular. Para eso se busca eliminar las colas por medios de reducir la demanda, invertir en infraestructura y gestionar bien el sistema."**

• Verdadero

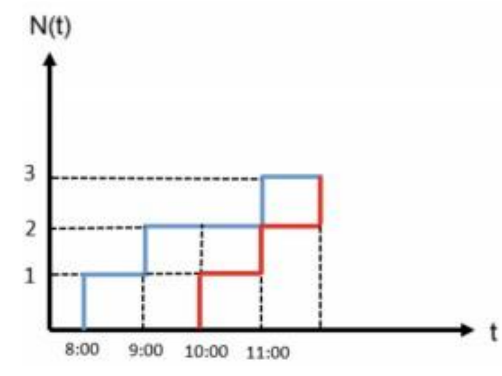
• **Falso**

b. **El gráfico que se muestra a continuación representa las llegadas (curva azul) y salidas (curva roja) acumuladas de una fila de supermercado. Basándose en el gráfico y asumiendo que las personas no se adelantan en la fila, ¿cuántas unidades de tiempo permanece el segundo individuo en la fila del supermercado?**



RTA: El individuo permanece 4 unidades de tiempo

c. **El gráfico que se muestra a continuación representa las llegadas (curva azul) y salidas (curva roja) acumuladas de un sistema de espera que estuvo operando entre las 8:00 AM y las 11:00 AM. Observando el gráfico y asumiendo que no se permiten adelantamientos en el sistema, ¿cuántas horas tuvo que esperar el individuo que más esperó?**

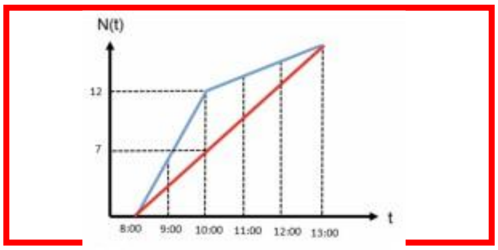


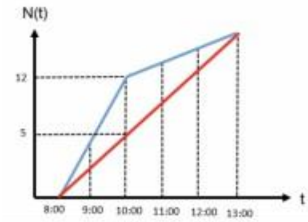
RTA: El individuo espero 2 horas

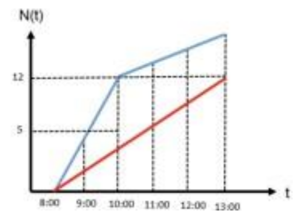
d. **Sean λ y μ las tasas a las que llegan y salen los vehículos a una plaza de peaje en la carretera, respectivamente. ¿Qué ocurrirá si en un intervalo de tiempo dado se observa que λ<μ? Asuma que el sistema es de tipo D/D/1 y que no había cola inicialmente.El flujo de vehículos será mayor que en el resto del tiempo de operación, por lo mismo estos podrán aumentar su velocidad promedio.**

- El flujo de vehículos será mayor que en el resto del tiempo de operación, por lo mismo estos podrán aumentar su velocidad promedio.
- **No se formará cola durante todo el intervalo, ya que los vehículos que ingresan podrán salir inmediatamente del sistema.**
- Esto no puede ocurrir, ya que no pueden salir más vehículos de los que ingresan al sistema.

e. La ejecutiva de un banco comienza a atender a sus clientes a las 8 de la mañana, momento en el que estos comienzan a llegar a su oficina. Hacia las 10 de la mañana ya ha atendido a 7 personas, momento en que hay 5 personas esperando a ser atendidas, y a las 13:00 se va a almorzar habiendo atendido a todos sus clientes.
¿Cuál de los siguientes diagramas representa la situación anteriormente descrita? Asuma que la ejecutiva se demora lo mismo







en atender a todos sus clientes.

f. Si la demora esperada (incluyendo tiempo en cola más tiempo de servicio) de los vehículos que pasan por una estación de peaje es de 20 minutos. ¿Cuál es el número esperado de vehículos en cola, si cada caseta atiende en promedio a 2 veh/min y la tasa de llegada al peaje es de 1200 veh/hr?

DATOS:

$$W_q = 20\ minutos$$

$$\lambda = 1200\frac{veh}{h} = \frac{1200}{60} = 20\frac{veh}{minutos}$$

$$\mu = 2\ \frac{veh}{min}$$

$$p = \frac{20}{120} = 0{,}16$$

$$W_t = W_q + \frac{\mathbf{1}}{u}$$

$$W_t - \frac{\mathbf{1}}{u} = W_q$$

$$\mathrm{W_q} = 20 - \frac{\mathbf{1}}{2} = \mathbf{19{,}5}$$

$$\mathbf{L_q} = 20 * \mathbf{19{,}5} = 390$$

6. INVESTIGACIÓN COMPLEMENTARIA (a elaborar por el estudiante)

Teorema de Little y Notación de Kendall

Teoría de colas:

Una cola es una línea de espera para determinado servicio. Este servicio lo proporciona uno o varios dependientes. La teoría de colas analiza la causa de la formación de la cola, que es la existencia de momentos en los que hay una mayor demanda de servicio que la capacidad de servicio.

Clasificación de sistemas de colas.

Llamaremos clientes, trabajos o tareas a los que demandan servicio, y dependientes, empleados o servidores a los que ofrecen servicio. Un sistema de colas viene dado por varias características:

1. Modelo de llegada de clientes: El índice de llegadas será el número medio de llegadas por unidad de tiempo, Alternativamente podemos usar el tiempo entre llegadas, que es el tiempo medio entre llegadas sucesivas.

2. Modelo de servicio: Puede venir dado por el tiempo de servicio o por el número de clientes atendidos por unidad de tiempo, Tendremos una variable aleatoria o bien un servicio determinista, Aquí supondremos que el modelo de servicio es independiente del de llegada

3. Disciplina de la cola: Establece el orden en que se va atendiendo a los clientes:

• Por orden de llegada (FIFO)

• Por orden inverso al de llegada (LIFO)

• Selección aleatoria (RANDOM).

• Según prioridades (PRIORITY, PR), Dos subtipos:

▪ Con interrupción, Si llega un cliente de más prioridad, el trabajo que se estaba sirviendo se interrumpe para atenderlo.

▪ Sin interrupción, No se pueden interrumpir los trabajos

▪ Dentro de cada clase de prioridad se podrán aplicar disciplinas LIFO, FIFO o RANDOM

4. Capacidad del sistema: Es el número máximo de clientes que puede haber en el sistema (finito o infinito), Si llega un cliente y el sistema está lleno, se marcha.

5. Número de canales de servicio: Es el número de dependientes, Puede haber una cola para cada dependiente o bien una sola cola global.

6. Número de estados de servicio: Puede haber varias partes en las que se subdivide el trabajo (estados), cada una con su cola y su dependiente, que deben ser completadas sucesivamente, P, ej,, tres estados.

Notación de Kendall

D.G. Kendall sugirió de una notación de utilidad para clasificar la amplia diversidad de los diferentes modelos de línea de espera que se han desarrollado. La notación de Kendall, de tres símbolos es como sigue: A/B/K Donde: A: indica la distribución de probabilidades de las llegadas B: Indica la distribución de probabilidades de tiempos de servicio • K: Indica el número de canales.

Dependiendo de la letra que aparezca en la posición A o B, se puede describir una amplia variedad de sistemas de línea de espera. Las letras que comúnmente se utilizan son: M: Designa una distribución de probabilidad de Poisson para las llegadas o distribución de probabilidad exponencial para el tiempo de servicio. D: Designa el hecho de que las llegadas o el tiempo de servicio es determinístico o constante. G: Indica que las llegadas o el tiempo de servicio tienen una distribución de probabilidad general, con media y varianza conocida.

La notación de Kendall nos permite escribir resumidamente todas las características que hemos estudiado, Un sistema de colas se notará como: A | B | X | Y | Z | V, donde:

▪ A es el modelo de llegadas, Valores posibles:

• M=tiempos entre llegadas exponenciales

• D=tiempos entre llegadas deterministas

- G=tiempos entre llegadas generales (cualquier distribución)

▪ B es el modelo de servicio, Puede tomar los mismos valores que A

▪ X es el número de dependientes (servidores)

▪ Y es la capacidad del sistema (número máximo de clientes en el sistema), Se puede omitir si es infinita.

▪ Z es la disciplina, Se puede omitir si es FIFO

▪ V es el número de estados de servicio, Se puede omitir si es 1. Por ejemplo, M | M | 1 | ∞ | FIFO | 1 se escribe abreviadamente M | M | 1

7. DISCUSIÓN (a elaborar por el estudiante)

La mayoría de las técnicas de análisis de la investigación de operaciones tienen como objetivo principal optimizar. Sin embargo, existen algunas técnicas en esta rama como es el caso de la teoría de colas, cuyo objetivo no es la optimización. Esta teoría –por demás con un sólido basamento en la teoría de las probabilidades–, busca estudiar cómo se comporta un sistema de cola bajo ciertos parámetros, en función de la toma de decisiones. Muchos son los contextos donde esta es aplicable, ejemplificado en este trabajo a través de un problema práctico con una disciplina FIFO; con el fin de estudiarla, y desde esta perspectiva determinar, aquellos parámetros que permitieran valorar el rendimiento del sistema de servicio actualmente en explotación, y en consecuencia la toma de decisiones a corto y mediano plazo, en función de ofrecer un mayor y mejor servicio.Por ello las recomendaciones para la toma de decisiones fueron encaminadas a garantizar la disponibilidad de los dependientes, trazar estrategias que coadyuven a reducir el número de clientes en la cola, hacer más amena la estancia en ella, así como valorar y evaluar su rediseño.

8. CONCLUSIONES (a elaborar por el estudiante)

- **Garantizar siempre la disponibilidad de ambos dependientes para brindar el servicio con la calidad requerida, ya que existe una alta probabilidad de que siempre haya una cola.**

- **Valorar el rediseño del sistema de servicio modificando su capacidad, evaluarlo a través de herramientas matemático–computacionales, y compararlas con el sistema de servicio implantado actualmente.**

9. RECOMENDACIONES (elaborar por el estudiante)

- **Buscar alternativas para reducir el número de clientes en la cola cuando esta última experimenta por momentos un crecimiento considerable.**

- **Buscar alternativas que hagan más amena la estancia en la cola, y en el sistema de manera general, ya que los clientes tienen una alta probabilidad de permanecer en la cola por más de 5 minutos.**

BIBLIOGRAFÍA:

-Ortúzar, J. de D., &Willumsen, L. G. (2011). Modelling transport (4th ed.). Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.

- Ortúzar, J. de D. y Willumsen, L.G. (2008) Modelos de Transporte. PUbliCan, Santander (traducción al español por A. Ibeas y L. Dell'Olio).

- Curso en coursera: Analisis de Sistemas de Transporte.