

# **SIMULACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE COLA VIRTUAL EN UN PARQUE DE ATRACCIONES**

Diciembre, 2021

Guillermo Entero Manzanero  
Laura Escolano Fernández  
Alfonso Pérez Serna  
Antonio Sevilla Sastre

## ÍNDICE

<b>1. Motivación y conceptos básicos.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Bondad de ajuste.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Modelo de cola tradicional.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Modelo de cola virtual.....</b>	<b>6</b>
<b>5. Conclusiones.....</b>	<b>7</b>
<b>6. Bibliografía.....</b>	<b>8</b>

## **Motivación**

Cada día millones de personas alrededor del mundo visitan parques de atracciones buscando una aventura sorprendente y divertida. Sin embargo se suelen dar de bruces con larguísimas colas que arruinan buena parte de la experiencia. Algunos parques temáticos han estudiado la posibilidad de implementar el sistema de cola virtual a fin de paliar este inconveniente.

## **¿Qué es una cola virtual?**

Las colas en las atracciones se crean cuando el número de visitantes excede la capacidad de servicio de esta. En la mayoría de casos solo caben unas 50 personas por servicio mientras que desean disfrutarla simultáneamente cientos de ellas. En un sistema de cola tradicional esta multitud esperaría ordenadamente en una fila mientras comentan lo mucho que se están aburriendo. Sin embargo en un sistema de cola virtual los visitantes pueden inscribirse a través de una app en la cola de cierta atracción y seguir disfrutando del parque. Cuando llegue su turno reciben una notificación y solo entonces acuden a la misma.

## **Tiempo de espera y tiempo muerto**

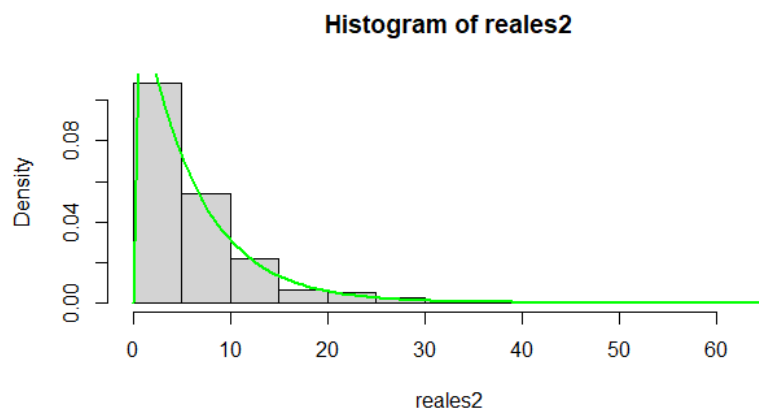
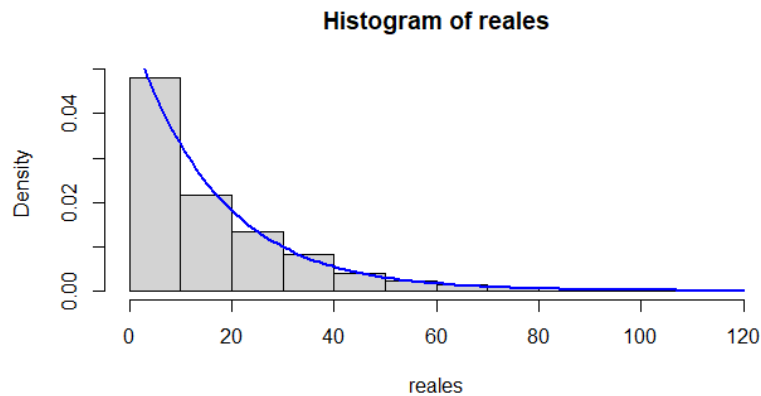
Virtualmente en los dos sistemas el visitante sufre el mismo tiempo de espera, es decir, el tiempo hasta que se da servicio a quienes le preceden en la cola. La diferencia reside fundamentalmente en el tiempo muerto. Si está en una fila física no puede esperar otra cola, montar en una atracción ni realizar otras atracciones del parque como comer o comprar souvenirs. Cuando se utiliza un sistema de cola virtual no existe prácticamente ese “tiempo muerto”.

## **Objetivo de la simulación**

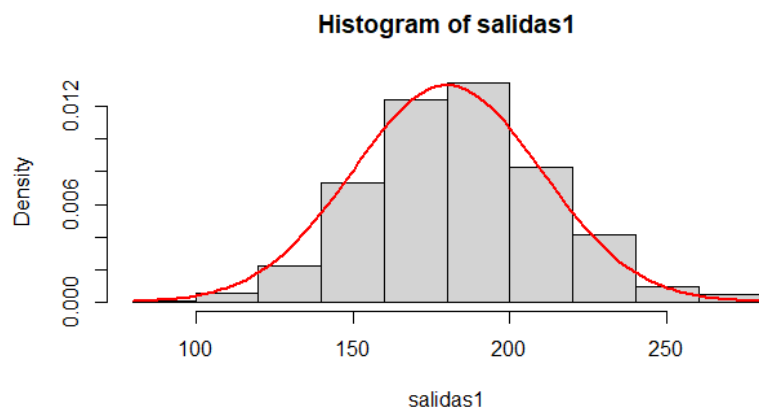
Empleando las técnicas de simulación y análisis estadístico aprendidas durante el curso vamos a realizar diferentes modelos que simulan el tráfico de visitantes por el parque. No se pretende estudiar el tiempo que se espera en cada cola sino la cantidad de atracciones que se visitan y actividades que se realizan a lo largo de la jornada; pues estas se traducen indirectamente en satisfacción e ingresos para el parque.

## Bondad de ajuste

Para los datos de llegada se ha utilizado una exponencial (la que mejor modeliza este tipo de situaciones) que depende del número de visitantes que no están en ninguna atracción.



Por otro lado se ha observado que los tiempos de servicio siguen distribuciones normales con varianzas similares



Se adjunta un archivo .R en el que se explica detalladamente el ajuste de los datos.

## Modelo de cola tradicional

Se considera un conjunto de visitantes,  $n_{max}$ , que dan vueltas por el parque y aleatoriamente ingresan en las colas de las atracciones o realizan otras actividades. Hemos programado una subrutina para cada llegada y salida de estas atracciones y para la realización de cada actividad que actualiza la cantidad de visitantes que no están ocupados y contabiliza lo que hacen en cada momento.

## Hipótesis generales

Para todos los modelos se están haciendo las siguientes asunciones:

- Consideramos un parque de atracciones pequeño, con 4 atracciones y un aforo de 3000 personas.
- La afluencia en los parques de atracciones varía mucho dependiendo de la hora, así que asumimos que en el parque se encuentra un número fijo de personas, realizando la simulación desde las 12:00 hasta las 18:00.
- Las colas siguen una estructura 1/1/M y funcionan de forma FIFO.
- Las llegadas siguen una distribución exponencial.
- La probabilidad de entrar en una cola es independiente de la cantidad de gente que hay en ella.
- Aunque las llegadas a las atracciones suelen producirse en grupo, se han adaptado las tasas de llegada para considerarlas individuales pero más frecuentes.

## Algoritmo para el modelo de cola tradicional

En este algoritmo para el primer modelo, vamos a medir la satisfacción como la suma de las medias entre el número de visitantes totales por una ponderación dada a cada atracción según lo que dure esta, también contabiliza para la satisfacción las personas que están libres en el parque ya que no están esperando en una cola. También se trata de medir el beneficio que obtiene el parque anualmente, suponiendo que abre 300 días al año. Este se contabilizará como la suma de los gastos de los visitantes en la entrada, en comer en los restaurantes y food-trucks, y en actividades de la feria. Se adjunta un archivo con el código así como un primer modelo simplificado con menos colas.

## Conclusiones sobre el modelo de cola tradicional

La satisfacción es una ponderación que tiene en cuenta la cantidad de actividades acabadas y el tiempo muerto a través de acabadas\_i y libres, pues la cantidad de visitantes no ocupados depende directamente del tiempo que se gasta en las filas físicas. Hemos obtenido en la simulación que la satisfacción es un 0.28. Haciendo la asunción de que el 28% de los visitantes volverán al parque, es decir, comprarán otra entrada; así como la recaudación de las actividades sin cola, el beneficio anual asciende a unos 21 millones y medio de euros.

## **Modelo de cola virtual**

Se considera que los visitantes pueden inscribirse a través de una app en la cola de cierta atracción y seguir disfrutando del parque. Cuando llegue su turno reciben una notificación y solo entonces acuden a la misma.  $n_{max}$  no se actualiza con la llegada a las atracciones.

## **Hipótesis para el modelo de cola virtual**

Para el sistema de cola virtual se está suponiendo que:

- El tiempo muerto en las colas se considera de 3 veces la duración de la atracción, pues cada visitante acude cuando le llama la aplicación, es decir, 3 turnos antes del suyo. Por eso restamos al número de visitantes totales los que están en promedio en colas.
- El tiempo en las atracciones se considera despreciable.
- Las aplicaciones para colas virtuales tienen en cuenta límite de atracciones por persona y de personas por atracción pero nosotros no.
- El algoritmo de la aplicación es inteligente y distribuye de manera homogénea a los visitantes, en nuestro caso esa implementación es muy difícil y sería objeto de otro trabajo.

El algoritmo para el segundo modelo, comentado, se adjunta en un archivo .R.

## **Conclusiones sobre el modelo de cola virtual**

Al haber más personas libres en el parque (ergo menos cola física) y cada visitante puede completar más atracciones, la satisfacción ha alcanzado 0.43. Haciendo la asunción de que el 43% de los visitantes volverán al parque; así como los beneficios de las actividades sin cola, el beneficio bruto anual llega a 36 millones y medio. Restándole unos 4 millones que costaría la implementación de este sistema y 3 millones que costaría su mantenimiento tendremos 29 millones de beneficio neto.

## **Modelo con Fast-Pass**

El modelo de negocio que emplean la mayor parte de parques de atracciones es el de cola tradicional con Fast-Pass, es decir, existen unos “usuarios VIP” que pagan una cierta cantidad por no esperar colas. Una implementación sencilla al sistema es considerar que cierto porcentaje de los clientes “no satisfechos” deciden comprar ese pase. La repercusión de esto en el modelo de colas es despreciable pero se actualiza el beneficio que produce.

Solamente de la venta de dichos bonos se obtienen 8.5 millones anuales, llegando a los 30 millones de beneficio.

## Conclusiones

En un año los beneficios con el Fast-Pass son superiores a los que reporta la cola virtual. Sin embargo, en el largo plazo la inversión inicial se amortiza y los beneficios indirectos de la satisfacción y el boca a boca hacen más rentable la implementación del sistema de CV.

	MODELO TRADICIONAL	MODELO DE COLA VIRTUAL	MODELO DE FAST-PASS
SATISFACCIÓN	<b>0.28</b>	<b>0.43</b>	<b>&gt; 0.28</b>
BENEFICIO ANUAL	<b>21M</b>	<b>29M</b>	<b>30M</b>
BENEFICIO A 5 AÑOS	<b>105M</b>	<b>&gt;&gt; 157M</b>	<b>150M</b>

## Bibliografía

- Law, AM, Kelton, W.D. (2000) . Simulation Modeling and Analysis. McGraw Hill.
- Main, P., Navarro, H., Morales, A. (2019) Simulación con ejercicios en R. Uned-Ediciones Complutense.
- Marroche, M., Spritzer, M. (2019). *Sistema gestor de filas virtuales en un parque temático*.  
<https://dspace.ort.edu.uy/bitstream/handle/20.500.11968/3944/Material%20completo.pdf?sequence=-1&isAllowed=>