|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A picture containing circle  Description automatically generated | **Universidad Tecnológica de Panamá**  **Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales** | Logo  Description automatically generated |

**Carrera:** Ing. en Sistemas de Información

**Cursado:** Simulación de Sistemas

**Profesor:** Modaldo Tuñón, PhD.

**Laboratorio N°3**

**Modelos de Teoría de Colas en Arena**

**Estudiante**

Johel Heraclio Batista Cárdenas {8-914-587}

**Grupo**: 1IF-131

**Fecha de Entrega**: 16 de septiembre de 2022

**Índice de Contenidos**

Contenidos de la Asignación

[Ejemplo #1: Modelo 1 Cola 1 Servidor 4](#_Toc114256926)

[**Nombre del Ejemplo** 4](#_Toc114256927)

[**Explicación detallada del ejemplo:** 4](#_Toc114256928)

[**Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación** 4](#_Toc114256929)

[**Hipótesis Dinámica del ejemplo:** 4](#_Toc114256930)

[**Modelo en Arena** 5](#_Toc114256931)

[**Estadísticas del Ejemplo** 5](#_Toc114256932)

[**Recomendaciones** 6](#_Toc114256933)

[**Autor del Ejemplo** 6](#_Toc114256934)

[Ejemplo #2: Modelo 1 Cola 2 Servidores 7](#_Toc114256935)

[**Nombre del Ejemplo** 7](#_Toc114256936)

[**Explicación detallada del ejemplo:** 7](#_Toc114256937)

[**Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación** 7](#_Toc114256938)

[**Hipótesis Dinámica del ejemplo:** 7](#_Toc114256939)

[**Modelo en Arena** 8](#_Toc114256940)

[**Estadísticas del Ejemplo** 8](#_Toc114256941)

[**Recomendaciones** 9](#_Toc114256942)

[**Autor del Ejemplo** 9](#_Toc114256943)

[Ejemplo #3: Modelo 2 Colas 2 Servidores 10](#_Toc114256944)

[**Nombre del Ejemplo** 10](#_Toc114256945)

[**Explicación detallada del ejemplo:** 10](#_Toc114256946)

[**Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación** 10](#_Toc114256947)

[**Hipótesis Dinámica del ejemplo:** 10](#_Toc114256948)

[**Modelo en Arena** 11](#_Toc114256949)

[**Estadísticas del Ejemplo** 12](#_Toc114256950)

[**Recomendaciones** 13](#_Toc114256951)

[**Autor del Ejemplo** 13](#_Toc114256952)

[Ejemplo #4: Modelo 2 Colas 2 Servidores (Primer Servidor Disponible) 14](#_Toc114256953)

[**Nombre del Ejemplo** 14](#_Toc114256954)

[**Explicación detallada del ejemplo:** 14](#_Toc114256955)

[**Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación** 14](#_Toc114256956)

[**Hipótesis Dinámica del ejemplo:** 14](#_Toc114256957)

[**Modelo en Arena** 15](#_Toc114256958)

[**Estadísticas del Ejemplo** 16](#_Toc114256959)

[**Recomendaciones** 16](#_Toc114256960)

[**Autor del Ejemplo** 16](#_Toc114256961)

[Ejemplo #5: Modelo de Colas y Servidores en Serie 17](#_Toc114256962)

[**Nombre del Ejemplo** 17](#_Toc114256963)

[**Explicación detallada del ejemplo:** 17](#_Toc114256964)

[**Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación** 17](#_Toc114256965)

[**Hipótesis Dinámica del ejemplo:** 17](#_Toc114256966)

[**Modelo en Arena** 18](#_Toc114256967)

[**Estadísticas del Ejemplo** 19](#_Toc114256968)

[**Recomendaciones** 19](#_Toc114256969)

[**Autor del Ejemplo** 19](#_Toc114256970)

[Ejemplo #6: Modelo de Colas y Servidores en Paralelo 20](#_Toc114256971)

[**Nombre del Ejemplo** 20](#_Toc114256972)

[**Explicación detallada del ejemplo:** 20](#_Toc114256973)

[**Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación** 20](#_Toc114256974)

[**Hipótesis Dinámica del ejemplo:** 20](#_Toc114256975)

[**Modelo en Arena** 21](#_Toc114256976)

[**Estadísticas del Ejemplo** 22](#_Toc114256977)

[**Recomendaciones** 23](#_Toc114256978)

[**Autor del Ejemplo** 23](#_Toc114256979)

[Conclusión o Comentarios Finales 24](#_Toc114256980)

[Bibliografía 25](#_Toc114256981)

# Ejemplo #1: Modelo 1 Cola 1 Servidor

## **Nombre del Ejemplo**

Llegada y Salida de Clientes de un Banco Moderno

## **Explicación detallada del ejemplo:**

Se tiene un banco de la localidad que desea comprender cómo es el proceso a través del cual, inaugurando una sucursal con la última tecnología, en la que únicamente se requiere de una caja para atender a los clientes únicamente.

Ya que están utilizando otros métodos alternativos para procesar transacciones más complejas, sin embargo, desean evaluar el tiempo en el que se toma para procesar cada solicitud, en vistas de que se desea intentar automatizar todos los procesos de este.

## **Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación**

* **Objetivos Generales**: Simular el proceso por el cual llega un cliente a un banco que posee una única caja de servicio
* **Objetivos Específicos**: Conocer el tiempo que le toma a un solo empleado procesar de manera manual todas las solicitudes realizadas por los clientes en el banco, específicamente en la Caja de Servicio al Cliente.

## **Hipótesis Dinámica del ejemplo:**

En el ejemplo que se plantea, la hipótesis dinámica (Es decir, cambiante en función del tiempo) que la empresa busca probar o improbar es la cuestión de si es viable seguir teniendo cajeros manuales o una “Caja de Atención al Cliente”.

Para lo cual se desea medir el tiempo específico que los clientes pasan en fila con un solo cajero atendiendo sus trámites bancarios.

## **Modelo en Arena**

**Tiempo de Simulación** = 2 horas

**Distribución de la Cola (Llegada de Clientes)** = POIS(3)

**Distribución del Servidor (Cajas de Atención al Cliente)** = EXPO(2)

Diagrama

Descripción generada automáticamente

*Figura N°1: Modelo en Arena de Llegada y Salida de Clientes No simulado*

*Diagrama

Descripción generada automáticamente*

*Figura N°2: Modelo en Arena de Llegada y Salida de Clientes Simulado*

## **Estadísticas del Ejemplo**

A continuación, vamos a presentar las estadísticas que nos genera de manera automática, el Software de Simulación Arena, tomando en cuenta que el Tiempo de la Simulación fue el equivalente a 2 horas.

Tabla

Descripción generada automáticamente

*Figura N°3: Estadísticas por Variables de la Utilización del Servidor y el Tiempo de Espera, así como el WIP (Work In Progress)*

## **Recomendaciones**

Uno de los principales elementos de Simulación en el presente ejemplo es la capacidad de comprender el comportamiento, en función del tiempo; sin embargo, utilizando un comportamiento discreto, sobre la llegada, atención y salida de los clientes, por lo que la recomendación que se podría sería ampliar el análisis de este para poder comprender el resto de las interacciones que se pueden generar en la consigna planteada.

Especialmente intentando comprender el comportamiento de los clientes si eligen una Caja de Atención al Cliente automatizada vs. una Caja de Atención al Cliente manual, aunque en este sentido sería un análisis algo subjetivo, pero de interés empresarial para establecer estrategias más costo-efectivas.

## **Autor del Ejemplo**

* **Mundo IO Academy**: <https://www.youtube.com/watch?v=ZGSwe-7cIOs>

# Ejemplo #2: Modelo 1 Cola 2 Servidores

## **Nombre del Ejemplo**

Llegada y Salida de Clientes de un Banco Moderno (2 Cajas de Atención al Cliente)

## **Explicación detallada del ejemplo:**

Se tiene un banco de la localidad que desea comprender cómo es el proceso a través del cual, inaugurando una sucursal con la última tecnología, en la que solo se requieren de dos cajas para atender a los clientes y sus transacciones.

Similar al ejemplo anterior, en el que se planteaba que, con una única Caja de Atención al Cliente, ahora analizaremos el comportamiento del Modelo cuando se agrega una segunda Caja de Atención al Cliente.

## **Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación**

* **Objetivos Generales**: Simular el proceso por el cual llega un cliente a un banco que posee dos Cajas de Atención al Cliente.
* **Objetivos Específicos**: Conocer el tiempo que le toma a dos empleados en dos cajas, el procesar de manera manual todas las solicitudes realizadas por los clientes en el banco, específicamente en la Caja de Servicio al Cliente.

## **Hipótesis Dinámica del ejemplo:**

Nuevamente, de manera similar al Ejemplo anterior, se puede llegar a la deducción de que la Hipótesis Dinámica la hipótesis dinámica (Es decir, cambiante en función del tiempo) que la empresa busca probar o improbar es la cuestión de si es viable seguir teniendo cajeros manuales o una “Caja de Atención al Cliente”, donde todas estas cajas poseen el mismo tiempo de Atención al Cliente.

Para lo cual se desea medir el tiempo específico que los clientes pasan en una sola fila (Cola), sin embargo, con la facilidad de que ahora existen dos servidores (Cajeros o Cajas de Atención al Cliente) viendo si su comportamiento tiende a disminuir el tiempo de espera de cada cliente y verdaderamente se convierte en válida la inversión de automatizar más procesos recurrentes y comunes a nivel bancario.

## **Modelo en Arena**

**Tiempo de Simulación** = 8:00 horas

**Distribución de la Cola (Llegada de Clientes)** = POIS(3)

**Distribución del Servidor (Cajas de Atención al Cliente)** = EXPO(2)

Diagrama

Descripción generada automáticamente

*Figura N°4: Modelo en Arena de Llegada y Salida de Clientes No simulado*

*Diagrama

Descripción generada automáticamente*

*Figura N°5: Modelo en Arena de Llegada y Salida de Clientes Simulado*

## **Estadísticas del Ejemplo**

A continuación, vamos a presentar las estadísticas que nos genera de manera automática, el Software de Simulación Arena, tomando en cuenta que el Tiempo de la Simulación fue el equivalente a 8 horas.

Tabla

Descripción generada automáticamente

*Figura N°6: Estadísticas por Variables de la Utilización del Servidor y el Tiempo de Espera, así como el WIP (Work In Progress)*

## **Recomendaciones**

Si bien es cierto que muchos de los errores que cometen de manera común las organizaciones o las empresas, son el hecho de pensar que agregar más personal dentro de sus instalaciones, automáticamente les va a garantizar mucha más eficiencia y rapidez en la gestión de las necesidades que sus clientes puedan o no tener en un determinado momento, se convierte en algo sumamente importante saber, ¿Cuál es el límite de la automatización?

Por lo que el objetivo de este Ejemplo es plantear un segundo escenario a través del cual, no existiesen únicamente una sola Caja de Atención al Cliente, sino que fuesen dos cajas, así como las demás máquinas en la que el cliente pueda realizar sus transacciones de manera automática, que poseen una mayor velocidad de atención a cada cliente, por lo que su modelado serio de amplio interés.

## **Autor del Ejemplo**

* **Mundo IO Academy**: <https://www.youtube.com/watch?v=SevDa4mMyec>

# Ejemplo #3: Modelo 2 Colas 2 Servidores

## **Nombre del Ejemplo**

Llegada y Salida de Clientes en un Supermercado con Dos Cajas

## **Explicación detallada del ejemplo:**

A continuación, tomaremos en cuenta un Supermercado de la localidad, algo pequeño en cuestión, pero que cuenta con la capacidad limitada de atención al cliente, ya que cuenta únicamente con dos cajas para realizar los cobros respectivamente.

Para ello, simularemos el impacto que tiene el hecho de contar con que el cliente formará su respectiva cola en una sola caja y este será atendido por esta, sin la posibilidad de efectuar cambios de cola, ni ser atendido por la caja vacía disponible, que será la posterior consigna que veremos en el siguiente ejemplo.

Por último, también se tomará en cuenta el tiempo que demora cada cliente en salir de la caja con sus productos empacados por un empleado del supermercado, que actuará como Empacador, siendo el último servidor antes de la salida del cliente, para que el ejemplo sea lo más fiel a la realidad.

## **Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación**

* **Objetivos Generales**: Simular el proceso de cobro de los productos dentro de un Supermercado en el que hay dos filas y dos Cajas
* **Objetivos Específicos**: Comprender el tiempo, procesos y diferentes elementos que suceden dentro de una fila de supermercado, sin tomar en cuenta la cantidad de productos que un cliente pueda tener en cada compra

## **Hipótesis Dinámica del ejemplo:**

Los supermercados están teniendo una tendencia a disminuir la cantidad de cajas que tienen, a razón de que estos puedan automatizarlas, sin embargo; son muchos los casos en los que se requieren cajas físicas para poder atender las necesidades de los clientes.

Este ejemplo plantea el efecto de tener dos cajas, las cuales representan dos filas, cada una con su respectiva Longitud de Cola, mientras que estas son atendidas por su respectiva Caja con un comportamiento Exponencial de 2 minutos de duración por cada una de las atenciones que se den en ella.

Mismo caso sucede para los Empacadores de los productos, quienes actúan como un segundo servidor con un Comportamiento Exponencial de 2 minutos de duración por cada proceso de empacado que hacen en los productos.

## **Modelo en Arena**

**Tiempo de Simulación** = 8:00 horas

**Distribución de la Cola (Llegada de Clientes)** = POIS(3)

**Distribución del Servidor (Cajas de Atención al Cliente)** = EXPO(2)

**Distribución del Servidor (Estaciones de Empacado)** = EXPO(2)

Diagrama

Descripción generada automáticamente

*Figura N°7: Modelo en Arena de Llegada y Salida de Clientes No simulado*

*Diagrama

Descripción generada automáticamente*

*Figura N°8: Modelo en Arena de Llegada y Salida de Clientes Simulado*

## **Estadísticas del Ejemplo**

A continuación, vamos a presentar las estadísticas que nos genera de manera automática, el Software de Simulación Arena, tomando en cuenta que el Tiempo de la Simulación fue el equivalente a 8 horas.

Tabla

Descripción generada automáticamente

*Figura N°9: Estadísticas por Variables de la Utilización del Servidor y el Tiempo de Espera de los Clientes, así como el WIP (Work In Progress)*

## **Recomendaciones**

Este es un prototípico ejemplo del caso de ¿Cómo se manejan los supermercados persé?, ya que a pesar de que se pueden considerar a un solo servidor como dos servidores en uno (Similar al ejemplo de 1 Cola 2 Servidores), en este caso procedemos a agregar dos Servidores en los cuales uno es la Caja donde se cobran los productos y el siguiente es el Empacador que se encarga de colocarlos en sus respectivas bolsas, para que el cliente pueda salir de ella.

Una forma de optimizar este modelo, podría ser la eliminación de la figura del Empacador actuando como un servidor más, sin embargo, esto podría causar un cuello de botella y aumentar el tiempo de espera, así como la longitud de la cola, ya que el cliente sería el encargado de empacar cada uno de los productos que este adquiera.

## **Autor del Ejemplo**

* **Adaptado de Mundo IO Academy**: <https://www.youtube.com/watch?v=cZHzlhZQEA8&t=150s>

# Ejemplo #4: Modelo 2 Colas 2 Servidores (Primer Servidor Disponible)

## **Nombre del Ejemplo**

Llegada y Salida de Clientes en un Supermercado con Dos Cajas (Primera Caja Disponible)

## **Explicación detallada del ejemplo:**

Partimos en este ejemplo modificando un poco el caso anterior, en el que teníamos dos Servidores (Cajas y Empacadores) diferentes con dos filas (Colas) en un supermercado, sin embargo, bajo la consigna de que, si un cliente entraba a una fila, este tenía que permanecer en ella y no podía salir.

A continuación, cambiaremos por completo dicha consigna para establecer una situación muchísimo más cercana a la vida real en la que podemos encontrar este tipo de decisiones que pueden afectar de manera positiva o negativa el flujo de trabajo y los procesos hacia el cliente en un súpermercado.

## **Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación**

* **Objetivos Generales**: Simular el proceso de Decisión de un Cliente al momento de tener dos cajas disponibles para comprar.
* **Objetivos Específicos**: Comprender el tiempo, procesos y diferentes elementos que suceden dentro de dos filas de un supermercado, sin tomar en cuenta la cantidad de productos que un cliente pueda tener en cada compra.
  + De igual manera, se procederá a analizar el posible comportamiento que tenga el cliente al momento de decidir apersonarse a la caja que esté disponible.

## **Hipótesis Dinámica del ejemplo:**

Nosotros como clientes en un supermercado o en cualquier almacen, independientemente de la fila en la que nos encontremos, vamos a decidir tomar la primera Caja (Servidor) en la que podamos pagar nuestros productos de la manera más rápida y expedita que sea posible, esto es un proceso de Decisión (Módulo Decide en Arena), por lo que simularemos esto para ver posibles escenarios tomando siempre en cuenta el WIP (Work In Progress) como elemento clave.

## **Modelo en Arena**

**Tiempo de Simulación** = 8:00 horas

**Distribución de la Cola (Llegada de Clientes)** = POIS(3)

**Distribución del Servidor (Cajas de Atención al Cliente)** = EXPO(2)

Gráfico, Diagrama

Descripción generada automáticamente

*Figura N°10: Modelo en Arena de Llegada y Salida en un Supermercado de Dos Cajas (Primera Caja Disponible) NO Simulado*

*Diagrama

Descripción generada automáticamente*

*Figura N°11: Modelo en Arena de Llegada y Salida en un Supermercado de Dos Cajas (Primera Caja Disponible) Simulado*

## **Estadísticas del Ejemplo**

A continuación, vamos a presentar las estadísticas que nos genera de manera automática, el Software de Simulación Arena, tomando en cuenta que el Tiempo de la Simulación fue el equivalente a 8 horas.

Tabla

Descripción generada automáticamente

*Figura N°12: Estadísticas por Variables de la Utilización del Servidor y el Tiempo de Espera de los Clientes, así como el WIP (Work In Progress)*

## **Recomendaciones**

Un modelo que representa casi que, con la mayor fidelidad posible, todos los procesos en los que las nosotros como clientes, cuando nos encontramos en cualquier tipo de almacén, procedemos a decidir ¿Cuál es la caja que tenemos para pagar o registrar nuestros productos de manera más rápida?, lo que a nivel de modelado genera un proceso de Decisión.

Como futuros trabajos que se pudiesen presentar en este modelo, sería interesante considerar el efecto de la cantidad de productos que pueda tener cada cliente al momento que este pasa por cualquiera de las cajas, lo que va a incidir directamente en el tiempo de atención de cada una de ellas y, por ende, en la Longitud de la Cola.

## **Autor del Ejemplo**

* **Adaptado de Sergio Jiménez Dulanto**: <https://www.youtube.com/watch?v=ACv4fqu9Kt4>

# Ejemplo #5: Modelo de Colas y Servidores en Serie

## **Nombre del Ejemplo**

Auto rápido de un Restaurante de Comida Chatarra

## **Explicación detallada del ejemplo:**

A continuación, analizaremos el comportamiento de un Auto rápido de un Restaurante de Comida Chatarra, en el que llegan los autos a él, primero hacen un pedido del Menú (El cual en muchas ocasiones se hace en la caja automáticamente), posteriormente pasan a una ventanilla en la que se les entrega su pedido y posteriormente se van

Al tratarse de dos servidores (Estación de Pedido y la Estación de Entrega), veremos un ejemplo de Colas y Servidores en Serie, ya que el uno depende del otro y si el primero tiene un tiempo de atención o WIP muy alto, simplemente generará un aumento desmesurado en el tamaño de la cola.

## **Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación**

* **Objetivos Generales**: Simular el comportamiento de todos los diferentes procesos que se dan dentro de un auto rápido de un restaurante de Comida Chatarra.
* **Objetivos Específicos**: Analizar el tiempo que pasa entre cada una de las estaciones de un auto rápido de un restaurante de comida chatarra y su efecto en la longitud de la cola, así como en la cantidad de clientes que estos puedan atender en una determinada unidad de tiempo.

## **Hipótesis Dinámica del ejemplo:**

Cuando un cliente llega a un auto rápido de un restaurante de comida chatarra, se vuelve fundamental para la empresa la medición de ¿Cuánto tiempo pasa entre que el cliente hace el pedido y el mismo es entregado?

Ya que esto se traduce directamente en la cantidad de personas que puedan atender, llevando a cabo una mayor fidelización de los clientes, ya que estos recibieron un servicio más rápido y el restaurante generando más ganancias.

## **Modelo en Arena**

**Tiempo de Simulación** = 8:00 horas

**Distribución de la Cola (Llegada de Clientes)** = POIS(3)

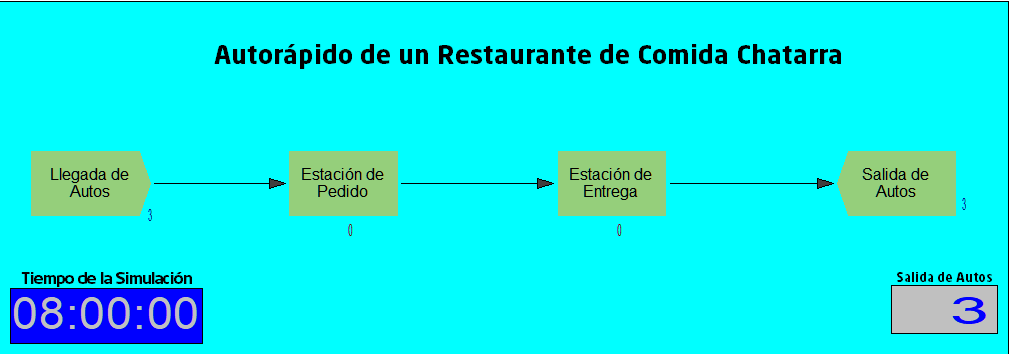
**Distribución del Servidor (Estación de Pedido)** = EXPO(2)

**Distribución del Servidor (Estación de Entrega)** = EXPO(2)

Diagrama

Descripción generada automáticamente

*Figura N°13: Modelo en Arena de un Auto rápido de un Restaurante de Comida Chatarra NO Simulado*

**

*Figura N°14: Modelo en Arena de un Auto rápido de un Restaurante de Comida Chatarra) Simulado*

## **Estadísticas del Ejemplo**

A continuación, vamos a presentar las estadísticas que nos genera de manera automática, el Software de Simulación Arena, tomando en cuenta que el Tiempo de la Simulación fue el equivalente a 8 horas.

Tabla

Descripción generada automáticamente

*Figura N°15: Estadísticas por Variables de la Utilización del Servidor y el Tiempo de Espera de los Clientes, así como el WIP (Work In Progress)*

## **Recomendaciones**

Para hacer más fiel a la realidad el mencionado modelo, pudiésemos agregar nuevos elementos como por ejemplo que, en un auto rápido, anteriormente solo se tenían dos estaciones (Servidores), el primero que en dónde se hacía el pedido y cobraba, mientras que en el segundo se entregaba dicho pedido.

Sin embargo, todo esto ha cambiado producto de la modernización en general y se ha dividido en tres estaciones, primero una Estación de Pedido, Estación de Cobro y por último una Estación de Entrega, que simularlo pudiese hacer este Modelo de Colas y Servidores en Serie, muchísimo más fiel a la realidad como tal.

## **Autor del Ejemplo**

* **Adaptado de MUNDO IO ACADEMY**: <https://www.youtube.com/watch?v=O7R6ce-NLIk>

# Ejemplo #6: Modelo de Colas y Servidores en Paralelo

## **Nombre del Ejemplo**

Clientes en las Cajas de un Banco

## **Explicación detallada del ejemplo:**

A continuación, analizaremos el comportamiento de un Auto rápido de un Restaurante de Comida Chatarra, en el que llegan los autos a él, primero hacen un pedido del Menú (El cual en muchas ocasiones se hace en la caja automáticamente), posteriormente pasan a una ventanilla en la que se les entrega su pedido y posteriormente se van

Al tratarse de dos servidores (Estación de Pedido y la Estación de Entrega), veremos un ejemplo de Colas y Servidores en Serie, ya que el uno depende del otro y si el primero tiene un tiempo de atención o WIP muy alto, simplemente generará un aumento desmesurado en el tamaño de la cola.

## **Objetivo general y Objetivos Específicos de la Simulación**

* **Objetivos Generales**: Simular el comportamiento de los clientes al momento de tomar decisiones sobre a qué caja dentro de un banco dirigirse, sabiendo que todas ellas están funcionando de manera simultánea, sin embargo, todos están formando la misma fila.
* **Objetivos Específicos**: Analizar el tiempo que transcurre desde que el cliente empieza a formar la fila dentro de un banco y el que es atendido en una Caja, así como el rendimiento de cada una de las cajas al momento de tratar de reducir la cola de clientes pendientes por atención.

## **Hipótesis Dinámica del ejemplo:**

Al momento de llegar un cliente a un banco para realizar un trámite específico en la caja, se requiere que este comience a formar una fila específica, a través de la cual, una vez llegue al final de ella, será atendido por alguna de las cajas, sea cual sea la que se encuentre disponible primero, así como se pudiesen agregar nuevas cajas dependiendo de la longitud de la cola, siendo esto un caso especial no considerado en la simulación que se presenta a continuación.

Para efectos prácticos, nos interesa conocer los posibles elementos de decisión que tomará un cliente, a través de un proceso estocástico en el que no se conoce de una manera determinística, ¿Cuál será la caja que este tomará? Ya que todas ellas se encuentran funcionando en como Servidores en Paralelo.

## **Modelo en Arena**

**Tiempo de Simulación** = 8:00 horas

**Distribución de la Cola (Llegada de Clientes)** = POIS(3)

**Distribución del Servidor (Caja #1)** = EXPO(2)

**Distribución del Servidor (Caja #2)** = EXPO(2)

**Distribución del Servidor (Caja #3)** = EXPO(2)

Diagrama

Descripción generada automáticamente

*Figura N°16: Modelo en Arena de los Clientes en las Cajas de un Banco NO Simulado*

*Diagrama

Descripción generada automáticamente*

*Figura N°17: Modelo en Arena de los Clientes en las Cajas de un Banco Simulado*

## **Estadísticas del Ejemplo**

A continuación, vamos a presentar las estadísticas que nos genera de manera automática, el Software de Simulación Arena, tomando en cuenta que el Tiempo de la Simulación fue el equivalente a 8 horas.

Tabla

Descripción generada automáticamente

*Figura N°18: Estadísticas por Variables de la Utilización del Servidor y el Tiempo de Espera de los Clientes, así como el WIP (Work In Progress)*

## **Recomendaciones**

Para ajustar este ejemplo a un Modelo con mayor relación con la vida real, es necesario comprender el hecho, de que, dentro de un banco, no únicamente se cuenta con una cantidad específica de cajas, ya que se pueden abrir nuevas cajas dependiendo de la Longitud de la Cola y también por motivos de seguridad.

Es por ello, que, como un trabajo futuro dentro de un Modelo como este, pudiésemos simular la apertura de nuevas cajas en función de la Longitud de la Cola (Cajas Especiales), lo que aumentaría la cantidad de servidores disponibles para que la mayor cantidad de clientes pueda salir rápidamente del banco.

## **Autor del Ejemplo**

* **Eva Carmen Huaylliri Ajata** <https://www.youtube.com/watch?v=HoE7FIppumg>

# Conclusión o Comentarios Finales

El Software de Simulación ARENA, de la empresa Rockwell Simulations, se convierte en una de las más potentes herramientas de simulación, tanto a nivel académico como profesional que podemos encontrar disponibles en el mercado hoy en día, lo que la convierte en un claro referente para su aprendizaje y uso a nivel profesional en simulaciones por ejemplo en el mundo de la Ingeniería de Transportes, en el que se desea evaluar las frecuencias y los comportamientos que poseen cada una de las rutas, así como la carga de pasajeros que va en cada uno de sus viajes, de manera que se pueda maximizar la ganancia y reducir el costo.

Sin embargo, es importante mencionar que durante este Laboratorio, se abordó la implementación formal de conceptos de Teoría de Colas (Queueing Theory, en inglés), como por ejemplo la Longitud de la Cola, el WIP (Work in Progress), así como el tiempo entre arribo utilizando una distribución probabilística de Poisson, lo que le genera un factor estocástico a cada uno de los procesos que hemos simulado, ya que si bien es cierto se establecieron parámetros iniciales en cada uno de las colas y los servidores, resulta altamente probable que cada vez que se ejecute la simulación nuevamente, se obtengan resultados diferentes, todo esto por la naturaleza misma de las distribuciones probabilísticas utilizadas.

La disciplina que se utilizó para todos los ejemplos, fue establecer una Función Probabilística de Poisson para cada una de las colas, mientras que una Función Probabilística Exponencial para el comportamiento de cada uno de los servidores, esto a manera exploratoria como un primer acercamiento al software de simulación ARENA, con el cual hemos utilizado estructuras discretas en cada ejemplo.

Como trabajos futuros que se pueden realizar dentro de ARENA, a criterio del autor de este Laboratorio, sería de alto interés simular el comportamiento del Sistema de Combustibles Líquidos en la República de Panamá, desde las decisiones de ¿Cuánto se Importará?, ¿Cuándo se importará?, entre muchas otras; hasta la venta en “The Last Mile”, que vendría siendo hacia el consumidor final.

# Bibliografía

1. MUNDO IO ACADEMY. Simulación en arena: Una cola/un servidor (ejemplo 1). (11 de octubre de 2020). Accedido el 9 de septiembre de 2022. [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=ZGSwe-7cIOs>
2. MUNDO IO ACADEMY. Simulación 1 cola-Varios servidores. En arena. (19 de enero de 2021). Accedido el 10 de septiembre de 2022. [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=SevDa4mMyec>
3. MUNDO IO ACADEMY. Simulación de colas de un supermercado en cuarentena - arena. (11 de abril de 2020). Accedido el 10 de septiembre de 2022. [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=cZHzlhZQEA8>
4. Sergio Jiménez Dulanto. Tutorial software arena 16 la cola más corta 2 opciones. (16 de septiembre de 2021). Accedido el 8 de septiembre de 2022. [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=ACv4fqu9Kt4>
5. MUNDO IO ACADEMY. Simulación de un restaurante de comida rápida. (12 de octubre de 2020). Accedido el 12 de septiembre de 2022. [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=O7R6ce-NLIk>
6. Eva Carmen Huaylliri Ajata. Simulacion Con Arena- Banco Union. (28 de junio de 2021). Accedido el 13 de septiembre de 2022. [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=HoE7FIppumg>