

**Modelo y simulación del sistema de tráfico de
pasajeros en la terminal satélite de la empresa
Arimena S.A en el trayecto
Villavicencio-Acacías.**

Mejia León, Jhonathan Edgard, Código 160003525,¹ and
Néstor Eduardo Rincón Mora, Código 160003531²

¹ `jhonathan.mejia@unillanos.edu.co`

² `nestor.rincon@unillanos.edu.co`

Fecha 12 de agosto de 2019

Resumen

Este artículo describe el diseño de un modelo del flujo de pasajeros en las terminales satélites de la empresa de transportes intermunicipal Arimena S.A en la ciudad de Villavicencio, Meta, con énfasis en los pasajeros que frecuentan la vía Villavicencio-Acacías, durante los días martes y viernes en el horario de 4:30 p.m a 6:00 p.m, respectivamente. En este proceso estudiantes de la Universidad de los Llanos analizaron y recolectaron información estadística para simular dicho escenario de operaciones con herramientas computacionales, y así ayudar con la toma de decisiones de los usuarios que utilizan dicho medio de transporte a menudo y frecuentan a diario la vía.

Paso 1. Formular el Problema

Definición del problema

En la actualidad se encuentra en desarrollo el proyecto de mejoramiento de la malla vial del departamento del Meta, y en éste se encuentra inmerso la ampliación de la sección vial entre el parque los Fundadores y el acceso al barrio Ciudad Porfía a tres carriles por sentido, esto en la ciudad de Villavicencio. El desarrollo de dicho proyecto ha generado caos en muchas ocasiones, por ejemplo, una alta congestión vehicular cuando pasa algún accidente y trancones debido a la gran cantidad de vehículos que circulan a diario; dichos trancones generan retrasos para llegar a los destinos que cada transeúnte o usuario que frecuenta la vía. Estas dificultades sin duda alguna afectan de manera directa a la población que reside en el sector, pero en especial a las personas que se movilizan en buses de transporte intermunicipal en el sentido Villavicencio-Acacías o Acacías-Villavicencio, más específicamente en el tramo del parque los fundadores – porfía.

Como bien es de saber, existen terminales “satélites” que operan de manera conjunta con la terminal de transportes de Villavicencio. Éstas terminales se encuentran ubicadas en zonas céntricas de la ciudad, donde muchos usuarios abordan buses tipo vans de empresas como Arimena S.A y Flota La Macarena S.A. que tienen una capacidad para 9 pasajeros, incluido el conductor, y se movilizan desde y hacia Acacias, las cuales se ven mayoritariamente afectadas con la problemática anteriormente mencionada.

Es por esto, que se pretende recrear dicho escenario de operación, de tráfico de pasajeros en los buses de transporte intermunicipal de Arimena que circulan a diario por la vía Villavicencio-Acacias, y modelar un sistema que permita predecir su comportamiento en las mal llamadas “horas pico”, que son las horas en las que se presenta mayor congestión vehicular. Este modelo de simulación se enfocará específicamente en la operación tanto de buses, como de usuarios o pasajeros, que se tiene en la terminal satélite de Arimena, la cual se encuentra localizada en el barrio el Barzal de la ciudad de Villavicencio.

Objetivos generales del estudio de simulación

1. Simular y modelar el sistema de tráfico de pasajeros en la terminal satélite de la empresa Arimena S.A, en el trayecto Villavicencio-Acacías, durante los días martes y viernes en el horario de 4:30 P.M a 6:00 P.M.
2. Diseñar un modelo del tráfico de pasajeros en el trayecto Villavicencio-Acacías, en la terminal satélite de Arimena S.A., los días martes y viernes en el horario de 4:30 P.M. a 6:00 p.m.
3. Utilizar herramientas computacionales para simular el modelo de tráfico de pasajeros en terminales de transporte de servicio intermunicipal.
4. Generar un artículo científico que describa los principales resultados del modelo y simulación del sistema de tráfico de pasajeros.
5. Determinar el tiempo promedio de espera de un pasajero en la sala de la terminal satélite del empresa de transporte público intermunicipal Arimena S.A que viajan en sentido Villavicencio-Acacías.

Preguntas específicas a ser respondidas por el estudio de simulación.

1. ¿Con qué frecuencia llegan los buses de transporte intermunicipal a la terminal satélite?.
2. ¿Cuál es la tasa de llegada promedio de pasajeros a la terminal satélite?.
3. ¿Cuál es la probabilidad de que llegue una persona enferma, con alguna discapacidad física, una mujer embarazada o una persona de la tercera edad a la terminal y reciba atención preferencial ?.
4. ¿Cuál es el tiempo promedio de servicio de un bus dentro de la terminal satélite?.
5. ¿Cuál es la capacidad operativa de atención a clientes dentro de la terminal?.

Medidas de desempeño

1. Número total de clientes atendidos en la ventana de tiempo.
2. Número total de servidores atendiendo en la ventana de tiempo.
3. Tasa de llegada de pasajeros al sistema.
4. Tasa de llegada de buses al sistema.
5. Tiempo promedio de servicio de buses.
6. Cantidad promedio de clientes al inicio de la ventana de tiempo.
7. Cantidad de personas que llegan al sistema en la ventana de tiempo.
8. Número de clientes que llegan con alguna “condición especial” al sistema en la ventana de tiempo.

Alcance del modelo

El estudio de simulación se hizo mediante la captura y recolección de datos en la terminal satélite, este proceso se realizará en el horario de 4:30 P.M a 6:00 P.M durante los días martes y viernes, ya que de acuerdo a estudios y a la experiencia de los usuarios, se ha logrado determinar que son los días y horarios en los que

hay mayor afluencia de pasajeros con destino a la ciudad de Acacías. Se ha logrado establecer que los buses que operan en este trayecto tienen capacidad para 9 personas, incluido el conductor, con lo que se asume que un bus va a transportar tan solo a 8 pasajeros por trayecto. Además, se ha percibido que los usuarios nunca abandonan ni la fila ni el sistema, a menos que surja un infortunio antes de subirse al bus. Por otro lado, de acuerdo a la información proporcionada por los usuarios, los conductores siempre cobran el valor del tiquete apenas se suben los pasajeros.

Los buses que llegan a la ciudad destino se devuelven de la misma forma y bajo las mismas condiciones que del lugar de origen, con lo que se garantiza su disponibilidad nuevamente en el sistema.

El sistema opera de manera constante, es decir, sin para por parte de los conductores de los buses; en este sentido se omiten problemas con respecto al cierre de vías debido a eventos medioambientales o accidentes que impidan la correcta operación de los viajes.

Por otro lado, se determina que hay capacidad de alrededor de 50 pasajeros dentro de la terminal, pero que ésta puede sobrepasar dicha capacidad, por lo que los usuarios por momentos se quedan afuera de las instalaciones de la terminal pero siguen dentro del sistema de simulación.

Configuraciones del sistema

De manera notoria durante la recolección de datos, se ha establecido que durante la ventana de tiempo que se definió, en la mayoría de veces, el sistema ya presenta una cantidad inicial de personas dentro del sistema.

Por otro lado, se ha comprobado por medio de la experiencia de usuarios, que ha habido una disminución en la cantidad de pasajeros que llegan a la terminal, esto según algunos de ellos, porque algunos centros de educación superior están en vacaciones y retornarán de nuevo a clases en el mes de agosto, lo que podría generar una variación en el comportamiento de la tasa de llegadas de usuarios al sistema en un futuro.

La posible apertura de la vía Bogotá-Villavicencio, podría traer consigo mayor congestión vehicular en el tramo Fundadores-Porfía, lo que significa un aumento en el tiempo que le toma a los buses en llegar a su destino, lo cual genera una variación en la tasa de llegada de buses al sistema y con ello el aumento del tiempo de las personas dentro del sistema.

Se establece que hay 36 buses adscritos a la empresa que se movilizan a diario en el sentido Villavicencio-Acacías y en sentido contrario, y que no tienen ninguna restricción de operación.

Ventana de tiempo

El diseño del modelo se basa en la recolección de datos directamente en las instalaciones de la terminal satélite de las empresa Arimena S.A, ubicada en

el barrio El Barzal de la ciudad de Villavicencio, dicha información va a ser recolectada mediante el registro en planillas de control, con las variables que los estudiantes de la Universidad de los llanos han predefinido anteriormente.

Los datos están siendo recolectados los días martes y viernes en el horario de 4:30 P.M a 6:00 P.M, ya que son los días y las horas en los que se presente mayor afluencia de pasajeros y un alto grado de congestión vehicular a la salida de la ciudad.. Se espera poder recolectar mínimo 5 registros de cada día con todas las variables que pueden afectar o modificar el sistema. La ventana de tiempo de captura de datos y/o simulación estará limitada a 1 hora y 30 minutos, pero estará siendo manejada en segundo, lo que quiere decir que el modelo estará operando durante 5400 segundos.

Paso 2. Recolectar Información/Datos y Construir un Modelo Conceptual

La terminal satélite de transporte intermunicipal ofrece un servicio importante para la población de los dos municipios implicados en esta simulación, los cuales son Villavicencio y Acacias, ambos en el departamento del Meta. La terminal de transporte se encuentra ubicada en la Cra. 37 # 32-78,barrio el Barzal, Villavicencio, Meta El sistema está disponible todos los días de la semana y los usuarios hacen uso de él estos mismos días desde las 4:00 a.m hasta alrededor de las 9:00 P.M.

Existen una gran cantidad de usuarios que necesitan tomar el servicio y también una gran cantidad de buses que suplen estas necesidades, por eso dicho sistema es tan activo.

Los procedimientos operativos se basan en:

- **Atención a la llegada de un cliente:** un cliente llega al sistema, seguidamente procede a tomar el bus en caso de no haber fila y de que haya un bus disponible en ese momento, en caso contrario, tendrá que hacer fila y esperar en el sistema, una vez se sube al bus compra su ticket con el valor del pasaje (7000 COP aprox.) y se dirige a su destino.
- **Atención prioritaria a la llegada de un cliente:** un cliente que tiene algún tipo de prioridad llega al sistema, ésta puede ser una persona enferma, con alguna discapacidad física, una mujer embarazada y/o una persona de la tercera edad, la cual procede a tomar el bus disponible en ese instante o se ubica en el primer lugar de la fila. Si no hay un bus en ese momento, tendrá que esperar al siguiente bus que llegue, una vez se sube compra su ticket con el valor del pasaje (7000 COP aprox.) y se va rumbo a Acacias.
- **Llegada de un bus al sistema:** un bus, el cual tiene capacidad de 8 pasajeros, llega al sistema y empieza de forma inmediata con la subida de

pasajeros.

- **Salida de un bus al sistema:** el bus apenas completa su cupo, es decir, tiene en su interior a 8 pasajeros que han pagado por el servicio, sale con destino a la ciudad de Acacías.

Recolección de datos

Se tomaron datos específicos como lo son: el tiempo de llegada de un cliente con respecto al anterior, el tiempo de llegada de un bus, el tiempo de servicio de un bus, la cantidad de personas en el sistema y la cantidad de buses. Se realizaron 10 tomas de datos, la recolección de datos de los martes fueron durante 5 días, 18-06-2019, 25-06-2019, 02-07-2019, 09-07-2019 y 16-07-2019 y la recolección de los viernes se realizó los días 14-06-2019, 05-07-2019, 12-07-2019, 19-07-2019 y 26-07-2019.

	Hora llegada	Tiempo llegada	Duracion(s)	Hora de salida
1	4:32	0	180	4:35
2	4:33	3	240	4:37
3	4:37	7	180	4:40
4	4:41	11	240	4:45
5	4:45	15	240	4:49
6	4:48	18	180	4:51
7	4:52	22	240	4:56
8	4:55	25	180	4:58
9	4:58	28	240	5:02
10	5:01	31	300	5:06
11	5:07	37	240	5:11
12	5:12	42	180	5:15
13	5:19	49	240	5:23
14	5:27	57	240	5:31
15	5:31	61	240	5:35
16	5:35	65	240	5:39
17	5:39	69	240	5:43
18	5:44	74	300	5:49
19	5:48	78	240	5:52
20	5:51	81	180	5:54
21	5:56	86	360	6:02
22	6:01	91	360	6:06

Table 1: Registro de llegadas de buses al sistema del día martes 18-06-2019

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	40	32	28	40	35	23	29	15	13
11	12	113	14	15	16	17	18	19	20
5	41	20	32	33	10	18	19	12	39
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
42	30	19	34	34	22	12	35	37	31
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
22	15	18	22	31	44	22	29	35	36
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
28	61	51	110	58	40	65	20	81	61
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
40	83	30	78	80	115	30	85	20	48
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
60	39	49	30	25	30	40	62	40	61
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
28	54	11	55	32	36	29	5	25	52

Table 2: Registro de tiempos de llegada de un usuario con respecto al anterior



Fig. 1: Terminal satélite empresa de transporte intermunicipal.

Parámetros del modelo y posibles distribuciones de probabilidad de los datos tomados.

Para este proceso se hizo uso de una herramienta de simulación llamada EasyFit, la cual permite la realización de los respectivos cálculos para determinar qué tipo de distribución de probabilidad tienen los datos. Una vez realizada el análisis y de acuerdo las limitaciones del software Anylogic en cuanto a distribuciones, los resultados obtenidos fueron:

- Para los días martes, se obtuvo que la tasa de llegada de las personas se comporta bajo una distribución lognormal $\sigma=0.67667$, $\mu=3.5441$ y $\gamma=0$
- Para la tasa de llegada de los buses de los días martes, se obtuvo una distribución Gamma con parámetros $\alpha=8,8525$, $\beta=26,967$ y $\gamma=0$.

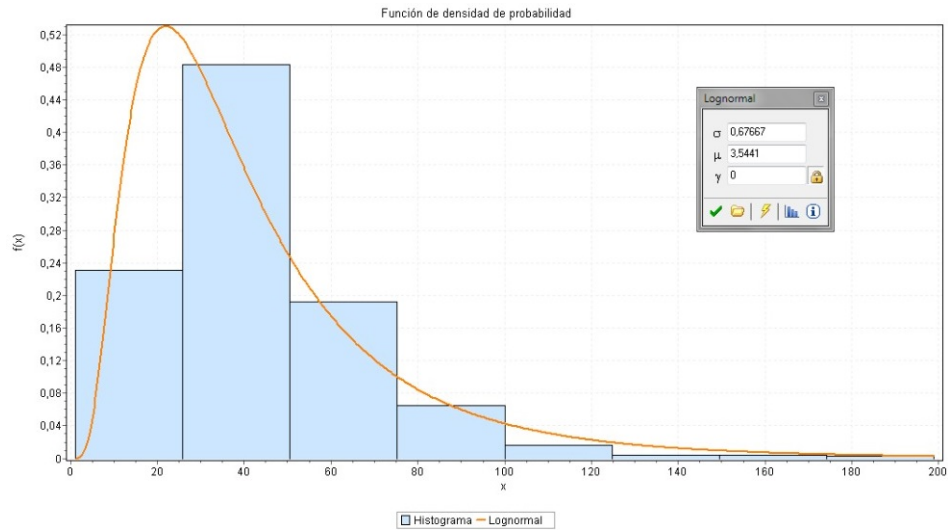


Fig. 2: Distribución para tasa de llegada de personas día martes

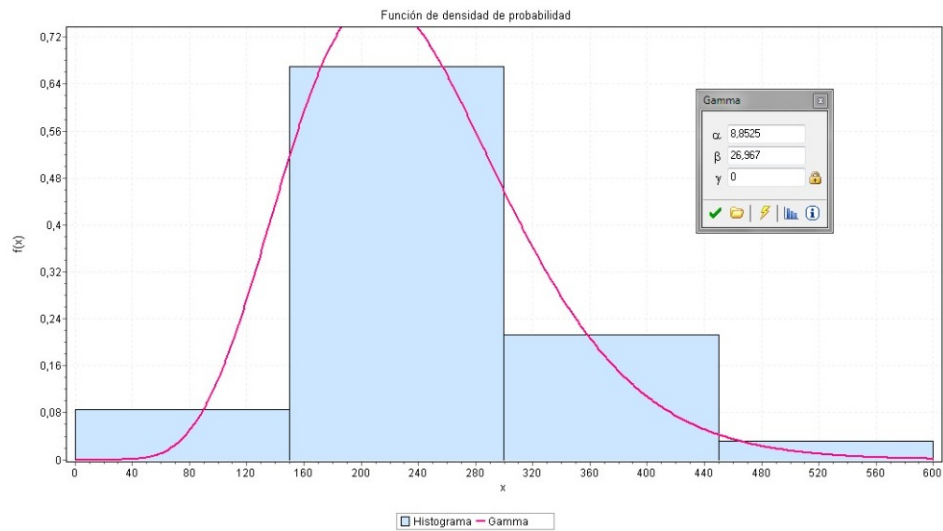
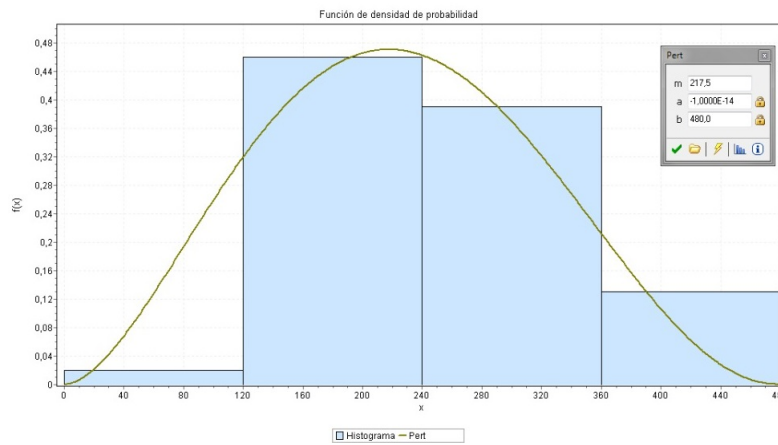
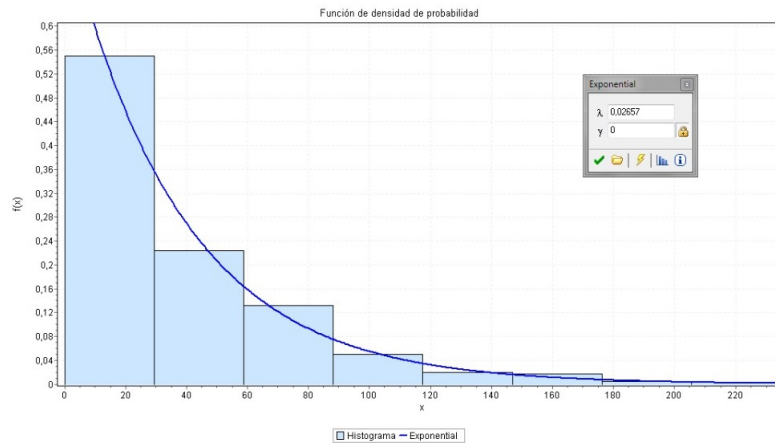


Fig. 3: Distribución para tasa de llegada de buses día martes

- Para los días viernes, se obtuvo que la tasa de llegada de las personas se comporta bajo una distribución exponencial $\alpha=0.02657$, y $\gamma=0$
- Para la tasa de llegada de los buses de los días viernes, se obtuvo una distribución Pert con parámetros $\sigma=217,5$, $\alpha=0$ y $\beta=480$.



Supuestos del sistema

- La capacidad de los buses se limita a 8 pasajeros por bus.
- Los usuarios no abandonan el sistema.
- Los pasajeros pagan antes de usar el servicio.
- Los buses llegan a la ciudad destino y se devuelven para estar disponible en el sistema nuevamente.
- El sistema siempre está disponible (se omiten problemas con respecto al cierre de vías o accidentes que impidan realizar los viajes).

Objetivos generales

Simular el sistema de tráfico de pasajeros transporte de Villavicencio hacia Aca-cias los días Martes y Viernes en el horario de 4:30 P.M a 6:00 P.M.

Problemas específicos

El tráfico en la ciudad de Villavicencio en la vía hacia Acacias, debido a la construcción vial que se está realizando actualmente. Esto retrasa los tiempos de llegada de los buses para realizar su debido retorno.

Medidas de desempeño

- Tiempo de espera de una persona en el sistema. Este tiempo se establece desde que el pasajero llega hasta el momento en el que el bus inicia el recorrido.
- Tiempo de servicio de los buses. Consiste en el tiempo que tarda un bus en llenar su cupo y abandonar temporalmente el sistema.
- Cantidad de personas que estuvieron en el sistema en esa ventana de tiempo establecida.
- Cantidad de buses que prestaron el servicio en la ventana de tiempo establecida.
- Tiempo de espera de las personas que tienen prioridad de ser atendidas.

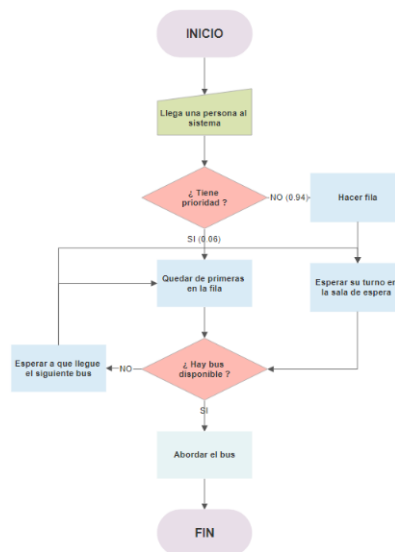


Fig. 6: Esquema de funcionamiento del modelo

Especificaciones técnicas del computador

- Microsoft Windows 10.
- JRE (Java Runtime Environment) 9.0 o superior.
- Software AnyLogic.
- 1.5GB de espacio libre en disco.
- 4-8 GB de memoria y un procesador con al menos 2 núcleos.

Restricciones de tiempo y dinero

Al inicio de la definición del proyecto de simulación, se esperaba que los operarios de terminal satélite en la cual opera la empresa de transporte intermunicipal Arimena S.A, tuviesen registros de tiempos de llegadas y de salidas de los buses de la terminal, lo cual no resultó ser así, ya que los estudiantes mediante la visita a sus instalaciones lograron establecer que sólo se contaba con el registro de la orden de salida de los vehículos, los cuales eran almacenados en hojas de cuaderno y en donde solo se podía establecer la placa del vehículo que recientemente había salido de la terminal. Es por ello, que los estudiante han venido recolectando datos en la terminal durante los días y horas determinadas con anterioridad. Cabe resaltar que tan solo se dispone de 2 personas para la captura de datos y que por momentos se torna difícil el registro de todas las variables involucradas en el sistema.

No se cuenta con software para la recolección de datos, sino que el proceso de captura de datos se hace de forma manual mediante la toma de tiempos con un cronómetro y su registro en hojas de papel.

En la recolección de datos se espera tener al menos 5 registros de información por cada día especificado y durante la ventana de tiempo que ya fue definida.

No se tienen restricciones de dinero.

Paso 3. Validación del Modelo Conceptual

De acuerdo con la verificación del modelo conceptual con el experto de la materia, se observa el hecho de que no se estaba teniendo en cuenta la prioridad de atención a personas enfermas, con discapacidades físicas, de mujeres embarazadas y/o personas de la tercera edad, lo cual puede influir en cierta medida, en el tiempo de espera que le tarda a un pasajero que están haciendo la fila esperando a subirse dentro del bus.

Se mantiene el supuesto de que el pasajero se sube al bus y paga de manera inmediata por el servicio, aunque en ciertas ocasiones se ha logrado establecer por parte de los usuarios, que los conductores de buses cobran por el servicio una vez finalizan su recorrido en la ciudad de Acacías.

Por otro lado, mediante la observación en el lugar de operación, se logró establecer que pueden llegar buses con una diferencia mínima en su tiempo de llegada, que pueden “cargar” pasajeros con normalidad de manera simultánea, pero máximo pueden estar 2 buses al tiempo en el sistema, debido al limitado espacio del centro de operaciones y temas de movilidad de los demás vehículos.

Paso 4. Programar el Modelo

Descripción del lenguaje o software de simulación seleccionado

Para la realización del proyecto, se selecciona AnyLogic como software de simulación y modelado del sistema de tráfico de pasajeros.

AnyLogic es una herramienta que ofrece e integra, técnicas de simulación de eventos discretos, dinámica de sistemas y simulación basada en agentes. Por tanto, ofrece mucha flexibilidad para capturar las características del sistema real. Además, como gran parte de la información se está registrando y almacenando en archivos de Excel, AnyLogic se integra fácilmente con ésta herramienta y otras que pueden ser más especializadas y que puedan ser requeridas a futuro para la implementación del modelo.

También, ofrece la posibilidad de correr en cualquier sistema operativo ya sea Windows, Mac o Linux.

Y por último, AnyLogic Incorpora animaciones en 2D y 3D, permitiendo generar un mayor impacto al realizar y presentar diseño final y presentación del modelo.

Implementación del modelo en el lenguaje o software de simulación



Fig. 7: Esquema del funcionamiento del sistema implementado en AnyLogic

En el sistema se simula la llegada de los clientes, el tiempo de espera en el sistema, la llegada de los buses y el tiempo de servicio. AnyLogic permite modificar parámetros para hacer que el comportamiento de la simulación sea mucho más real, permite modificar la tasa de llegada de los clientes, la tasa de llegada de los buses, la cantidad de personas que pueden estar en el sistema.

Agentes que se utilizan para la simulación:

- Personas
- Buses



Fig. 8: Agentes Personas



Fig. 9: Agentes Buses

Paso 5. ¿Es el Modelo Programado Valido?

Comparación cualitativa del modelo simulado y el sistema existente

Al observar los resultados que se obtienen en la simulación, se puede comprobar que los datos son coherentes con el comportamiento del sistema, la tasa de llegada de los pasajeros, la tasa de llegada de los buses, el tiempo de servicio de los buses, entre otros factores, se comportan de la misma manera que lo hace el sistema real.

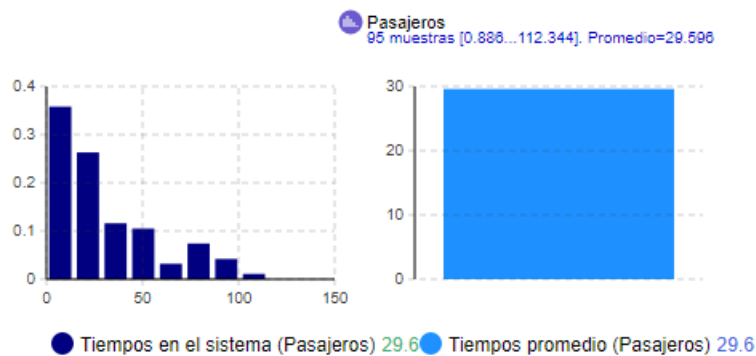


Fig. 10: Resultados de simulación de llegadas de pasajeros

En figura 10 se puede observar que llegaron 95 pasajeros con una tasa de llegada promedio de un pasajero cada 29.596 segundos.

En la figura 11 se puede observar que llegaron 16 buses con una tasa de llegada promedio de un bus cada 122.3 segundos.

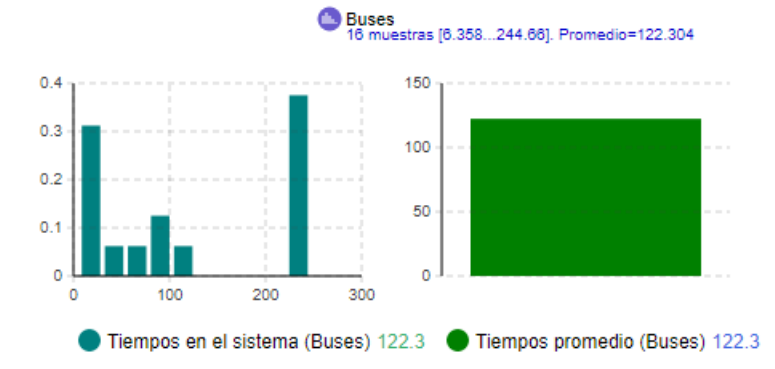


Fig. 11: Caption

Paso 6. Diseñar, Realizar, y Analizar los Experimentos de Simulación

Modelo Lógico Implementado

El componente lógico del modelo está conformado por:

- Una fila principal en la cual llegan todo tipo de pasajeros y proceden a esperar mientras reciben su debido servicio. (esperarán su respectivo turno para poder abordar el bus).

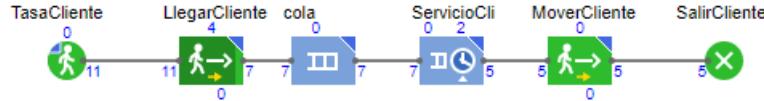


Fig. 12: Fila de atención de pasajeros

- Una fila secundaria en la cual llegan todo tipo de personas que tengan algún tipo de problema físico o incapacidad (personas en muletas, embarazadas, personas recién operadas, personas de la tercera edad, entre otros), estos pasajeros tienen prioridad con respecto a los demás y abordan el primer bus que llegue a prestar el servicio.

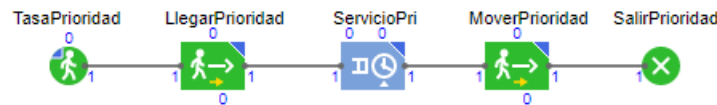


Fig. 13: Fila de atención prioritaria

- Los buses prestadores del servicio llegan con una tasa determinada previamente, se estacionan mientras los pasajeros abordan y completan el cupo, una vez está completo arranca y sale del sistema.
- También se agregó un componente para realizar un análisis de datos y observar los resultados del sistema, resultados como lo son la cantidad de pasajeros que llegaron, cantidad de buses y sus respectivos tiempos promedios en el sistema.

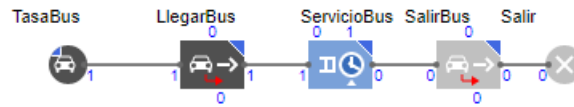


Fig. 14: Fila de llegada de buss

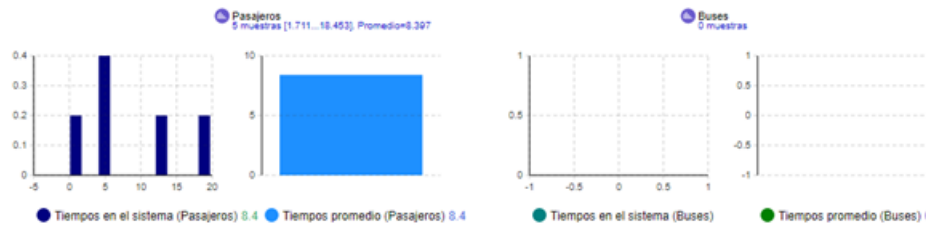


Fig. 15: Componente de análisis de datos

Experimentación del Modelo Implementado

Luego de 10 simulaciones del modelo, se puede comprobar que el comportamiento es acorde o similar al sistema real.



Fig. 16: Implementación del modelo en Anylogic

En la anterior imagen se puede observar lo siguiente:

- 7 personas con atención prioritaria llegaron al sistema.
- 80 personas con atención no prioritaria llegaron al sistema.
- 15 buses llegaron, prestaron su servicio y salieron del sistema.
- Los tiempos promedios con las que llegaron las personas fue cada 35.57 segundos.
- Los tiempos promedios de servicio de los buses fue de 148.88 segundos.

Paso 7. Documentar y Presentar los Resultados de la Simulación

Descripción detallada de la implementación del modelo en el lenguaje o software de simulación

Configuración de la tasa de llegada de los pasajeros que no tienen prioridad.

Se configuró la tasa de llegada para los días martes con una distribución lognormal con parámetros $\mu = 3.5441$ y $\sigma = 0.67667$ y se estableció un límite máximo de llegadas igual a 170, ya que esa fue la mayor cantidad de personas incluyendo una semilla y para los días viernes se configuró la distribución exponencial $\alpha=0.02657$, y $\gamma=0$.

Fig. 17: Configuración de la tasa de llegada de los pasajeros

Configuración de la tasa de llegada de los pasajeros con atención prioritaria Se promedió la tasa de llegada haciendo una estimación de 4 personas cada hora, este dato es muy relativo pero el valor establecido se consideró como la mejor estimación.

Fig. 18: Configuración tasa de llegada de los pasajeros prioritarios

Configuración de la tasa de llegada de los buses. Para los días martes se configuró la tasa de llegada con una distribución gamma con parámetros $\alpha=8.8525$ y $\beta=26.967$, y para los días viernes una distribución Pert con parámetros $\sigma=217,5$, $\alpha=0$ y $\beta=480$.

Fig. 19: Configuración tasa de llegada de los buses

Configuración del tiempo de servicio de los buses.

El promedio de servicio fue 2 minutos, se estable este valor en segundos, ya que fue nuestra unidad de tiempo predefinida.

Fig. 20: Configuración de tiempo de servicio de buses

Captura de datos para los pasajeros con atención no prioritaria
Se guardaron los datos del tiempo que duró cada pasajero en el sistema para luego poder graficar, observar dichos datos y validar si su comportamiento era adecuado.

SalirCliente - PedSink

Nombre: ☒ Mostrar nombre

☐ Ignorar

Acciones

En entrada:

Avanzado

Tipo de transeúnte:

☒ Agente individual ☐ Población de agentes

Modelo/biblioteca: [\(cambio...\)](#)

Visible: ☒ sí

Fig. 21: Captura de datos de pasajeros

Captura de datos para los buses Se registraron los datos del tiempo que duró cada bus en el sistema para luego poder graficar, observar dichos datos y validar si su comportamiento era adecuado.

Salir - CarDispose

Nombre: ☒ Mostrar nombre

☐ Ignorar

Acciones

Al entrar:

Avanzado

Tipo de auto:

☒ Agente individual ☐ Población de agentes

Modelo/biblioteca: [\(cambio...\)](#)

Visible: ☒ sí

Fig. 22: Captura de datos para buses

Histograma de los tiempos de los pasajeros con atención no prioritaria Con ayuda de los datos registrados previamente, se realizó un histograma para visualizar los datos y observar el comportamiento en el sistema.

Histograma de los tiempos de buses en el sistema. Con ayuda de los datos registrados previamente, se realizó un histograma para visualizar los datos y observar el comportamiento de los buses en el sistema.

chart - Histograma

Nombre: ☐ Ignorar ☒ Visible en nivel superior

☒ Mostrar PDF ☐ Mostrar CDF ☐ Mostrar promedio

Datos

Título:

Histograma: ☒ Pasajeros

PDF color: CDF color: Color medio

CDF & Ancho promedio de la línea:

Bajo % color: Alto % color:

☒ Agregar datos de histograma

Fig. 23: Configuración de histograma de tiempos de pasajeros no prioritarios

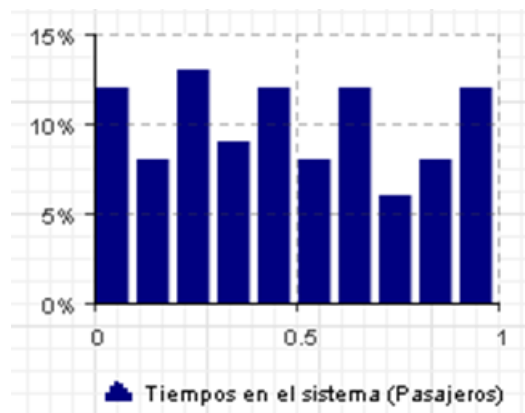


Fig. 24: Tiempos de pasajeros en el sistema

chart1 - Histograma

Nombre: ☐ Ignorar ☒ Visible en nivel superior

☒ Mostrar PDF ☐ Mostrar CDF ☐ Mostrar promedio

Datos

Título:

Histograma: ☒ Buses

PDF color: CDF color: Color medio

CDF & Ancho promedio de la línea:

Bajo % color: Alto % color:

☒ Agregar datos de histograma

Fig. 25: Configuración de histograma para captura de datos de buses

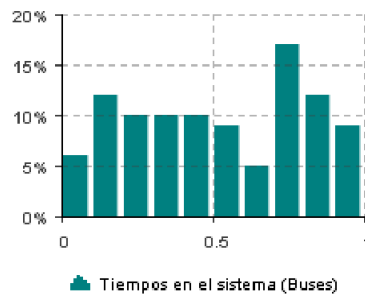


Fig. 26: Tiempo de buses en el sistema

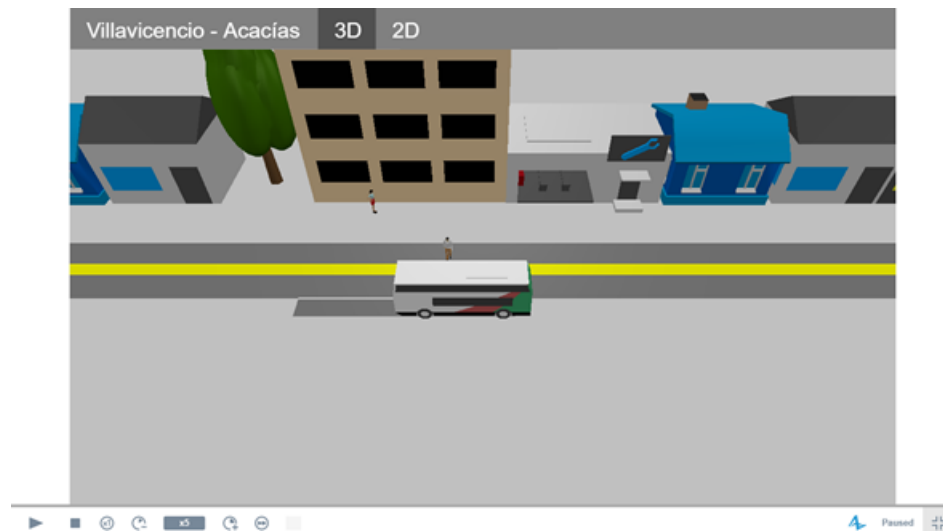


Fig. 27: Vista de implementación del modelo 3D

Objetivos y Respuestas a las Preguntas del Estudio de Simulación

- **Número total de clientes atendidos en la ventana de tiempo.**
95 personas han llegado más una semilla estimada de 30-40 personas.
- **Número total de servidores atendiendo en la ventana de tiempo.**
16 buses han prestado el servicio
- **Tasa de llegada de pasajeros al sistema.**
63 personas por hora
- **Tasa de llegada de buses al sistema**
11 buses por hora
- **Tiempo promedio de servicio de buses**
3 minutos
- **Cantidad promedio de clientes al inicio de la ventana de tiempo**
30-40 pasajeros

Conclusiones

Se evidencia que el sistema es óptimo, pero se destaca que la posible apertura de la vía Bogotá-Villavicencio puede hacer variar la configuración del sistema, en cuanto a los tiempos de llegada de los buses y el incremento de los pasajeros que se movilizan hacia Acacías.

Se observó que la tasa de llegadas de pasajeros los días martes es menor que la de los días viernes.

La cantidad inicial de personas en fila, puede variar en el rango de 30 a 50 personas.

El tiempo promedio de servicio de los buses durante la ventana de tiempo fue de aproximadamente 3 minutos.

Además, de acuerdo al tomador de decisiones existe una disminución en la cantidad de pasajeros que utilizan el servicio, ya que el sistema mayoritariamente lo frecuentan estudiante de instituciones de educación superior, que en gran parte se encontraban de vacaciones durante las fechas en que se recolectaron los datos.

Se pudieron haber cometido errores de percepción en el conteo de las personas que llegaban a la terminal, debido a la poca visibilidad que se presenta por la alta movilidad de vehículos en el sector.

Por otro lado, los tiempos de medición durante la recolección de los datos no son exactos, pero fueron aproximados a unidades de medidas más generales.

Trabajo futuro

Este proyecto puede continuar analizando y capturando datos en la terminal satélite de Acacías, para poder comparar y analizar los tiempos de las tasas de llegadas tanto de buses como de pasajeros en sentido Acacías-Villavicencio y Villavicencio-Acacías.

Además, se espera poder calcular el tiempo total de recorrido de los buses por trayecto. También se pretende analizar el impacto que tiene la ampliación de la infraestructura vial, como las dobles calzadas, en la movilidad y en los tiempos de servicio por parte de la empresa de transporte intermunicipal.

Por otro lado, se quiere trasladar el mismo estudio a otras empresas de transporte intermunicipal y evaluar las preferencias de usuarios de unas empresas respecto a otras.

Y finalmente, se espera poder conocer los motivos de las personas de trasladarse desde Acacías hacia la capital del departamento del Meta y viceversa.

Referencias

1. Law, A. M. How to conduct a successful simulation study. Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference. S. Chick, P. J. Sánchez, D. Ferrin, and D. J. Morrice, eds. (2003)
2. Banks, J., J. S. Carson, B. L. Nelson, and D. M. Nicol. 2001. Discrete- Event System Simulation, Third Edition, Prentice-Hall, Upper Saddle River, N. J.
3. Law, A. M. and W. D. Kelton. 2000. Simulation Modeling and Analysis, Third Edition, McGraw-Hill, New York.
4. Concesión vial de los llanos, "Doble Calzada Villavicencio-Acacias", 2018. [En línea]. Disponible: <http://cllanos.co/site/el-proyecto/>. [Último acceso: 01 06 2019].
5. J. Banks, J. S. Carson, B. L. Nelson, and D. M. Nicol, DiscreteEvent System Simulation (5th Edition), 5th ed. Prentice Hall, Jul. 2009. [Online]. Available: <http://www.worldcat.org/isbn/0136062121>
6. Applied Simulation and Optimization: In Logistics, Industrial and Aeronautical Practice, 2015th ed. Springer, Apr. 2015. [Online]. Available: <http://www.worldcat.org/isbn/3319150324>
7. AnyLogic 7 in three days A quick course in simulation modeling (2015) by Ilya Grigoryev
8. A. Borshchev, Y. Karpov, and V. Kharitonov, "Distributed simulation of hybrid systems with AnyLogic and HLA," Future Generation Computer Systems, vol. 18, no. 6, pp. 829839, May 2002. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167739X\(02\)000559](http://dx.doi.org/10.1016/S0167739X(02)000559)
9. Eurosim, B. Zupancic, R. Karba, S. Blazic, S. S. for Simulation, Modelling, University., and F. od Electrical Engineering, "EUROSIM 2007 proceedings of the 6th EUROSIM congress on modelling and simulation, 913 september 2007, ljubljana, slovenia," 2007. [Online]. Available: <http://www.worldcat.org/isbn/9783901608322>