

Simulación del tráfico de pasajeros en la terminal de transportes de Villavicencio

María Camargo, Sergio Murillo, Juan Vargas

Abstract—Este artículo describe el diseño de un modelo del flujo de pasajeros de la terminal de transporte terrestre de Villavicencio, con énfasis en los pasajeros que van hacia Bogotá a través de las empresas flotas la macarena y bolivariano.

I. INTRODUCCIÓN

El transporte intermunicipal terrestre ha sido, por tradición, uno de los más importantes en Colombia. El aumento de la población del país y el incremento del número de turistas que utilizan este tipo de transporte, hacen que cada vez sea más importante asegurar la calidad de servicio. Los pasajeros deberían poder conseguir transporte sin tener que soportar periodos de espera exagerados, y una vez en el bus, deberían poder llegar a sus destinos sin mayores contratiempos.

La ampliación de la red vial en Colombia ha hecho más fácil la movilización de personas de un lado al otro del país. Aunque muchos hoy en día prefieren viajar en sus propios automóviles o en otros medio de transporte, el transporte intermunicipal terrestre an es muy usado. Las empresas de transporte terrestre intermunicipal de pasajeros deben asegurarse de que los pasajeros no se vean afectados por el incremento de los tiempos de espera en algunos días de la semana o en determinadas temporadas.

El objetivo del proyecto es crear un modelo que permita simular el tráfico de pasajeros en el terminal de transporte de Villavicencio con salida hacia la ciudad de Bogotá en los buses de las empresas Flotas La Macarena y Bolivariano, entre las 3 y las 6 de la tarde.

II. MODELADO DE TERMINALES DE TRANSPORTE

El modelado de sistemas es una herramienta para resolver problemas del mundo real [3].

Para la mayoría de estos problemas, no se puede encontrar sus soluciones de manera experimental, porque modificar los componentes del sistema puede resultar muy costoso, peligroso, o simplemente imposible [4]. En estos casos, la mejor alternativa es construir un modelo computacional que represente el sistema real. El proceso de modelado implica cierto nivel de abstracción, en un modeloun modelo se incluyen solamente los aspectos más relevantes del sistema. El modelo siempre es menos complejo que el sistema original.

Según el experto en modelado y simulación Ilya Grigoryev El modelado de sistemas trata de encontrar la manera de solucionar un problema, en un mundo sin riesgos en el que se pueden cometer errores, deshacer acciones, devolverse en el tiempo y comenzar todo nuevamente [5]. AnyLogic es una herramienta de simulación que soporta tres métodos:

dinámica de sistemas, eventos discretos, y simulación basada en agentes; y que además permite la creación de modelos que usen varios de estos métodos [5]. AnyLogic es una de las herramientas más populares disponibles en el mercado y ha sido usada en varios campos de aplicación, y para diferentes propósitos tales como, la simulación distribuida de sistemas híbridos [6], propagación de epidemias [7], consumidores de productos masivos [8], entre otros.

El transporte terrestre es uno de los servicios más importantes para la economía del país, es por ello que el gobierno nacional a través del ministerio de transporte, ha realizado inversiones para mejorar la infraestructura vial intermunicipal del país. Entre estas inversiones está el mejoramiento de la malla vial entre la capital de Colombia y la capital del Meta, mejor conocido como el proyecto de la doble calzada Bogot-Villavicencio. Gracias a dicho proyecto la movilidad entre estas dos capitales es mucho mejor y por ello se presenta mayor afluencia de viajeros entre estas [1].

Bogotá es una de las ciudades más importantes de Colombia, a la cual gran cantidad de ciudadanos viaja con frecuencia, de aquí la importancia de la construccin de dicha calzada. La mejora en la movilidad intermunicipal es tan importante para las empresas de transporte como para los pasajeros. Es de vital importancia asegurar que el nmero de buses salientes desde Villavicencio hacia Bogotá satisface la demanda de pasajeros, especialmente durante los fines de semana, festivos y temporadas especiales [2].

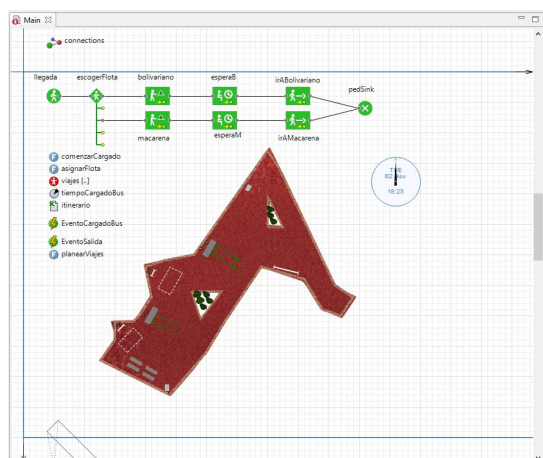
III. METODOLOGÍA

La elaboración del modelo se basa en la recolección de datos que se realizó en las instalaciones del Terminal de Villavicencio. Los datos recolectados son el número de pasajeros que llegan al terminal y compran boleto con destino Bogotá por hora, y el número de pasajeros que salen del terminal hacia Bogotá por hora. En Fig. 1 se puede ver reflejado el desarrollo del modelo del proyecto en Anylogic.

A continuación se presentan las fases de desarrollo del proyecto.

- Fase 1: Definición del flujo de pasajeros:

Los pasajeros llegan al terminal y escogen entre dos opciones de flota que ofrecen viajes con destino Bogot: Bolivariano y La Macarena. A través de la toma de datos se llega a la conclusión de que la probabilidad de que un pasajero escoja la flota Bolivariano es del 66% mientras que la probabilidad de que escoja La Macarena es del 34%. Una vez el pasajero ha escogido su flota, se dirige hacia la taquilla respectiva, en donde compra el tiquete, después, los pasajeros pasan a la



sala de espera respectiva, de donde salen una vez llega la hora de salida del bus correspondiente, según el itinerario de salida de buses.

En Fig, 2 puede verse el diseño del flujo en AnyLogic.

- Fase 2: Definición de los puntos de servicio:
Cada una de las dos empresas mencionadas tiene una taquilla con dos cajeros. Los pasajeros llegan a la taquilla y esperan en la cola hasta que sea su turno, en caso de no haber cola pasan directamente a comprar su tiquete.
Los tiempos que gastan los pasajeros en el 'sistema' de taquilla siguen una distribución exponencial con $\lambda = 0.700280112045$ y $\lambda = 0.845125786164$ para las taquillas de Bolivariano y la Macarena respectivamente. La determinación de la distribución seguida por los datos recolectados de los tiempos en el sistema se realizó usando el contraste de chi-cuadrado con 180 grados de libertad y un nivel de confianza del 95%. En las siguientes imagenes se evidencia el proceso matemático de análisis de los datos recolectados.
- Fase 3: Configuración de viajes.
El itinerario de buses para una tarde de 3 a 6, se puede ver en la Fig.6. El itinerario usado es basado en el itinerario real del terminal de transportes.
- Fase 4: Simulación.
- Fase 5: Análisis de resultados y elaboración de conclusiones.

IV. CONCLUSIONES

La terminal de transportes de Villavicencio funciona bien para el volumen de usuarios que recibe en la actualidad. Aún así la utilización del espacio no es la mejor, ya que en

HoraSalida	Flota
20/05/2016 15:30	Bolivariano
20/05/2016 15:45	Bolivariano
20/05/2016 16:00	Bolivariano
20/05/2016 16:00	La Macarena
20/05/2016 16:15	Bolivariano
20/05/2016 16:30	Bolivariano
20/05/2016 16:55	Bolivariano
20/05/2016 16:57	La Macarena
20/05/2016 17:10	Bolivariano
20/05/2016 17:20	La Macarena
20/05/2016 17:30	Bolivariano
20/05/2016 17:45	Bolivariano

Fig. 6. Itinerario de viajes.

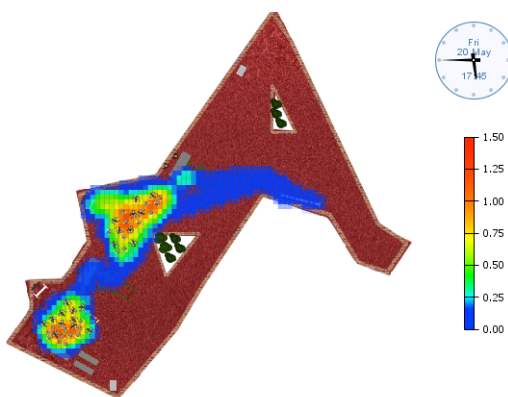


Fig. 7. Densidad de pasajeros en la terminal.

proyecto. Para el éxito de estas investigaciones la participación de las empresas estudiadas es igual de importante a la de los investigadores.

REFERENCES

- [1] COVIANDES, ¿¿VA BOGOT-VILLAVICENCIO 86 KILMETROS DE VENTAJAS¿¿. 2016. [En línea]. Disponible: <http://www.covianandes.com/nuestros-proyectos-2/>. [ltimo acceso: 01 05 2016].
- [2] Terminal de transportes de Villavicencio, Elementos estratégicos, 2015. [En línea]. Available: <http://www.terminalvillavicencio.gov.co/sitio/index.php/es/quienes-somos/elementos-estrategicos>. [ltimo acceso: 01 05 2016].
- [3] J. Banks, J. S. Carson, B. L. Nelson, and D. M. Nicol, Discrete-Event System Simulation (5th Edition), 5th ed. Prentice Hall, Jul. 2009. [Online]. Available: <http://www.worldcat.org/isbn/0136062121>
- [4] Applied Simulation and Optimization: In Logistics, Industrial and Aeronautical Practice, 2015th ed. Springer, Apr. 2015. [Online]. Available: <http://www.worldcat.org/isbn/3319150324>
- [5] AnyLogic 7 in three days - A quick course in simulation modeling (2015) by Ilya Grigoryev
- [6] 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. 829-839, May 2002. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1016/s0167-739x\(02\)00055-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0167-739x(02)00055-9)
- [7] 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, 9-13 september 2007, ljubljana, slovenia," 2007. [Online].

Available: <http://www.worldcat.org/isbn/9783901608322>

- [8] M. Garifullin, A. Borshchev, and T. Popkov, "Using AnyLogic and agent-based approach to model consumer market."