

La logística urbana en un kilómetro cuadrado de Bogotá

Jainet Orlando Bernal Orozco²

En el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Universidad Central, se reconoce el deseo por contribuir al desarrollo del país, con especial interés por el entorno inmediato de sus sedes. Una de ellas está ubicada en la zona norte, en el barrio La Porciúncula, y otra está ubicada en el centro de la ciudad, entre las calles 21 y 22 con las carreras 4.^a y 5.^a.

Desde la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas (FICB), se ha venido trabajando en varios proyectos, entre los que se encuentra la logística urbana como uno de los temas de vanguardia, el cual ha sido investigado desde 2016 por profesores de la Facultad en asociación con la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables (FCAEC) e instituciones aliadas como Logyca Investigaciones, la Universidad Central de Chile, en Santiago de Chile, y la Universidad de San José, ubicada en Chimbote, Perú.

En respuesta y concordancia con lo señalado en el PEI de la Universidad para el tema de logística urbana se definió como objeto de estudio un kilómetro cuadrado (área superficie) del entorno inmediato de la Sede Centro de la

Universidad Central, cuya área corresponde a la zona definida entre las calles 10.^a y 24 y las carreras 3.^a y 9.^a.

El estudio realizado a esta zona estuvo enfocado en caracterizar aspectos de la logística urbana, en términos de movilidad de peatones, biciusuarios y vehículos, para diseñar propuestas que mejoren la movilidad, a partir del uso de modelos matemáticos para la reconfiguración de las vías de la zona.

La primera fase del trabajo realizado en el kilómetro cuadrado de estudio estuvo orientada a identificar el porcentaje de avenidas a asignar para el flujo de peatones y biciusuarios y el porcentaje respectivo para el flujo vehicular. Para esto, se tuvieron en cuenta los lineamientos del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), del Plan de Revitalización del Centro Ampliado de la ciudad de Bogotá y los avances en el diseño y construcción de la peatonalización de la carrera séptima, una de las avenidas insignia de la zona.

La metodología propuesta por el Massachusetts Institute Technology (MIT) para estudios de logística urbana en megaciudades fue la aplicada para el proceso de caracterización del kilómetro cuadrado del centro de Bogotá, área seleccionada como zona de estudio por los investigadores. Luego de ello se diseñó, construyó y operó un modelo de

¹ Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial. Correo: jbernal01@uccentral.edu.co.

optimización multiobjetivo, a partir del cual se logró determinar que entre las 5:30 y las 22:30 horas, el 32% de las avenidas de la zona de estudio deben ser asignadas para el flujo de peatones y biciusuarios, y el 68 % restante para flujo vehicular. Adicionalmente, en la franja horaria nocturna no señalada, el porcentaje para peatones y biciusuarios puede reducirse hasta quedar en 20%, incrementando el porcentaje de avenidas asignadas para vehículos hasta el 80%. Estos resultados posibilitan una mejor solución global para los dos objetivos de interés: minimizar la densidad peatonal promedio y maximizar la velocidad vehicular promedio en la zona.

Vale aclarar que a menor área para peatones y biciusuarios, la densidad peatonal promedio incrementaría. Esto genera una mayor congestión peatonal en la caminata de las personas y, con ello, una mayor percepción de inseguridad, aunque favorecería la velocidad vehicular promedio, pues habría mayor área (más avenidas) para los desplazamientos. Por otra parte, a mayor área asignada para peatones y biciusuarios, se tendría menor densidad peatonal y mejores condiciones para la caminabilidad, pero se generaría una mayor congestión vehicular, reduciendo su velocidad promedio. Por lo tanto, la solución encontrada con el modelo de optimización es la mejor solución global, es decir, aquella que posibilita una mejora para los dos objetivos descritos.

La segunda fase de la investigación recogió los resultados obtenidos previamente con el fin de identificar cuáles son las avenidas a asignar para el flujo de cada tipo de agente que transita en la zona: peatones, biciusuarios y vehículos. De esta forma, se podría proponer una reconfiguración vial, el uso y el sentido de las avenidas, que minimice la densi-

dad peatonal promedio y maximice la velocidad vehicular promedio, teniendo en cuenta restricciones para el manejo de tráfico, como preferencias por un mismo sentido a lo largo de una avenida de tránsito vehicular, minimización de giros en intersecciones y minimización de los cambios a la configuración vial actual por temas de señalización y semaforización. Para esto, se desarrolló y operó otro modelo de optimización multiobjetivo, a partir del cual se obtuvo una configuración vial; sin embargo, debido a que son varias las configuraciones viales que podrían llegar a representar una buena solución global para ambos objetivos, los investigadores desarrollaron y evaluaron distintos escenarios para la zona, con el fin de simular luego computacionalmente el comportamiento de cada una de ellas y así tener una oferta más amplia y un mejor conocimiento del comportamiento del sistema en estudio.

La tercera fase focaliza el estudio en las rutas del Sistema Integrado del Transporte Público (SITP), buscando mejorar la movilidad vehicular a partir de una propuesta a las rutas, frecuencias y puntos de parada que contribuya a una mayor eficiencia de los buses que prestan el servicio en el kilómetro cuadrado de estudio. Para esto, se diseñó y operó otro modelo de optimización multiobjetivo, orientado a maximizar la velocidad vehicular promedio, maximizar la ocupación promedio en los buses y minimizar el tiempo máximo de espera promedio de los usuarios en los paraderos. Con ello, se simulará el flujo vehicular en la zona, teniendo en cuenta los resultados del modelo de optimización.

Es de resaltar la participación de aproximadamente noventa estudiantes, mediante la articulación de las actividades del proyecto de investigación con los proyectos de aula de

cuatro grupos pertenecientes a tres espacios académicos (Mercados, Práctica de Ingeniería I e Investigación de Operaciones II) del programa de Ingeniería Industrial de la FICB, y un grupo del programa de la Fa-

cultad de Ciencias Administrativas y Económicas (FCAEC). Como parte del proyecto se realizaron cinco proyectos de grado y se participó en tres eventos nacionales y dos internacionales en la modalidad de ponencia.