



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA
18 al 21 de septiembre de 2018**



FORMULACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DEL RIESGO EN EL PROCESO DE MOVILIDAD DE LOS BICIUSUARIOS DE LA UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR EN LA LOCALIDAD DE ENGATIVÁ BOGOTÁ

Juan David Jiménez Castro, Tania Camila Díaz Anacona

**Universidad Libre
Bogotá, Colombia**

Resumen

Este artículo está desarrollado con el fin de mostrar los avances y resultados que se obtuvieron en estudio y desarrollo de la "Fase 2" de nuestra investigación. Para tener en cuenta en primer lugar nuestro proyecto de investigación está dividido en dos fases; la primera es la Caracterización de los riesgos de movilidad en bicicleta en una institución de educación superior en la localidad de Engativá.

Para la fase 2 de esta investigación el objetivo principal es sobre la **"Formulación de un modelo de gestión de riesgo que están expuestos los biciusuarios de la Universidad Libre sede Bosque Popular en su proceso de movilidad.** Para estudiar esos diferentes riesgos ambientales, sociales, tecnológico y natural que están expuestos los bici usuarios hay un proceso y análisis de diferentes variables que lo integran, que se estudió por medio de información primaria y secundaria la cual se realizó en una caracterización de los riesgos mediante análisis de estudios previos de este tema detallada en la "Fase 1" de este proyecto ya anteriormente mencionada. Los resultados de esta caracterización nos permiten identificar que las diferentes variables encontradas son muy complejas de tratar es por ello que escogimos el modelo de dinámica de sistemas (DS) porque nos brinda una simulación como resultado de cuáles serían los riesgos más altos, medios o bajos dependiendo de las distintas variables y su relación de causalidad, con el fin de analizar los niveles de riesgo entre ellos con el fin de cumplir el objetivo de plantear estrategias y políticas de mejora con él para reducir el nivel de riesgo en esta población y poder prevenir a los estudiantes de este medio de transporte en la zona de Engativá".

Por medio de herramientas de Ingeniería se realizó el estudio y análisis de las relaciones de causalidad y efecto de las diferentes variables a estudiar que se identificaron en la Fase 1 de nuestro proyecto. Posteriormente se priorizaron por un método cualitativo (Matriz de vester y un método estadístico con el fin formular y desarrollar el modelo de gestión del riesgo en este proceso de movilidad.

Palabras clave: gestión del riesgo; movilidad; biciusuarios; dinámica de sistemas; Bogotá

Abstract

This article is developed in order to show the progress and results obtained in the study and development of the "Phase 2" of our research. To take into account in the first place our research project is divided into two phases; the first one is the Characterization of bicycle mobility risks in a higher education institution in Engativá.

For phase 2 of this research, the main objective is on the "Formulation of a risk management model that bicyclists of the Free University Forest Popular Headquarters are exposed to in their mobility process. To study these different environmental, social, technological and natural risks that bike users are exposed to, there is a process and analysis of different variables that integrate it, which was studied through primary and secondary information, which was carried out in a risk characterization through analysis of previous studies of this subject detailed in the "Phase 1" of this project already mentioned above. The results of this characterization allow us to identify that the different variables found are very complex to deal with, that is why we chose the system dynamics model (DS) because it gives us a simulation as a result of what would be the highest, average or lowest risks depending on the different variables and their causality, in order to analyze the levels of risk among them in order to meet the objective of raising strategies and improvement policies with the aim of reducing the level of risk in this population and to be able to prevent students from this means of transport in the area of Engativá. "By means of engineering tools, the study and analysis of the causality and effect relationships of the different variables to be studied that were identified in Phase 1 of our project were carried out. Subsequently, they were prioritized by a qualitative method (Matrix de vester and a statistical method in order to formulate and develop the risk management model in this mobility process.

Keywords: risk management; mobility; bicyclists; dynamic of systems; Bogotá

1. Introducción

Actualmente la bicicleta es una alternativa de movilidad sostenible, es versátil, eficiente, saludable, que consume menos espacio de tránsito y parqueo, rápido y seguro en contextos de ciudades congestionadas. Su uso masivo como medio de transporte impulsa la movilidad, la economía doméstica, la competitividad de la ciudad, la cultura urbana y la salud pública; favorece la movilización de los peatones. En Bogotá su uso masivo es de gran importancia Según datos de National Parking en la Universidad libre sede Bosque Popular la población de bici usuarios es

de 450. Estos estudiantes utilizan la bicicleta como medio de transporte desde su casa hasta la universidad, ya que es un modo de transporte mucho más económico que los tradicionales y además tienen un gran ahorro de tiempo. Actualmente hay poca comprensión sobre el riesgo de tráfico percibido más allá del hallazgo general de que muchas personas temen andar en bicicleta junto a los vehículos y las motocicletas contrasta con los autores "Voros, K.(2007), Emond, C.R., Tang, W., et al. (2009), Winters, Davidson, et al., (2010) y Sener, Eluru, et al., (2009). Por ejemplo, los bici usuarios de la Universidad Libre sede Bosque Popular y los usuarios de este medio de transporte en general tienen poco conocimiento empírico sobre ciertos aspectos del riesgo a los que pueden estar expuestos utilizando la bicicleta como medio de transporte. Tal es el caso que en la Universidad Libre sede Bosque Popular no hay un programa donde capaciten a esta población de cómo utilizar correctamente los diferentes elementos de seguridad, de cuáles deben ser sus cuidados y deberes como bici usuarios en la ciudad de Bogotá. Este desconocimiento conlleva a que los estudiantes bici usuarios tengan mayor posibilidad de accidentes en su proceso movilidad. Para abordar este problema y contribuir a un mayor conocimiento epistemológico es importante resaltar que los riesgos a los que están expuestos los bici usuarios juegan un papel importante para la investigación de prevención de incidentes o accidentes que podría involucrarse en un porcentaje de % del total de personas que estudian con el fin de resolver problemas de accidentalidad y contribuir al bienestar del bici usuario teniendo en cuenta daños a la persona, propiedad y medio ambiente. Para tal motivo luego de la identificación de las variables hecha en la primera parte del proyecto, por su complejidad se utilizará el modelo de DS porque nos brindara una simulación como resultado de cuáles serían los riesgos más altos, medios o bajos dependiendo de las distintas variables, con ello poder prevenir a los estudiantes en la zona de Engativá. Detallaremos con diagrama causales y demás herramientas ya explícitas para la construcción del modelo en el software Vensim y poder plantear políticas de mejora dependiendo del resultado de la simulación.

2. Desarrollo Dinámica de Sistemas

Es importante resaltar que para este proyecto se buscaron las mejores maneras de representar el comportamiento de un proceso o modelo y encontramos que La Dinámica de Sistemas (DS) es una herramienta de construcción de modelos de simulación que se realiza sobre la base de los datos históricos de las variables denominadas independientes, y se aplica la estadística para determinar los parámetros del sistema de ecuaciones que las relacionan con las otras denominadas dependientes. El objetivo básico de la Dinámica de Sistemas es llegar a comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento del sistema. Esto implica aumentar el conocimiento sobre el papel de cada elemento del sistema, y ver como diferentes acciones, efectuadas sobre partes del sistema, acentúan o atenúan las tendencias de comportamiento implícitas en el mismo. Para ello podemos usar un software específico como Vensim que tiene la Universidad. La Dinámica de Sistemas permite la construcción de modelos tras un análisis cuidadoso de los elementos del sistema. Este análisis permite extraer la lógica interna del modelo, y con ello intentar un conocimiento de la evolución a largo plazo del sistema. Debe notarse que en este caso el ajuste del modelo a los datos históricos ocupa un lugar secundario, siendo el análisis de la lógica interna y de las relaciones estructurales en el modelo los puntos fundamentales de la construcción del mismo.

Esta metodología permite:

- * Identificar el problema.
- * Desarrollar hipótesis dinámicas que explican las causas del problema.
- * Construir un modelo de simulación del sistema que permita analizar la raíz del problema.
- * Verificar que el modelo reproduce de forma satisfactoria el comportamiento observado en la realidad.
- * Probar en el modelo las diferentes alternativas o políticas que solucionan el problema, e implementar la mejor solución.

Por estas razones se definió usar dinámica de sistemas para modelar el comportamiento de los riesgos en el proceso de movilidad en bicicleta de los biciusuarios de la Universidad Libre sede Bosque Popular. Para este proyecto se tomó como base un artículo de investigación de un proyecto titulado "System dynamics model for risk perception of lay people in communication regarding risk of chemical incident" de autores de China y EEUU: Mingguang Zhang, Xuedong Wang, M. Sam Mannan, Chengjiang Qian y Jiyang Wang. Los cuales plantean un modelo de DS, para la percepción de incidentes de riesgo químico. Al igual que otro artículo titulado "Understanding bicycling in cities using system dynamics modelling" de autores Alexandra Macmillana y James Woodcockb

3. Metodología

Para la segunda Fase de este proyecto teniendo en cuenta los resultados anteriores de la caracterización se usará la técnica de Dinámica de Sistemas, como herramienta para el estudio y análisis de las relaciones de causalidad y comportamiento de las diferentes variables. Se plantea usar el software VENSIM para formular y validar el modelo. Para posteriormente analizar los escenarios con el fin de proponer estrategias que permitan prevenir y disminuir los riesgos de los biciusuarios.

3.1 Alcance

Temático: El alcance temático de este proyecto abarca Caracterización de los riesgos y formulación del modelo en Dinámica de Sistemas.

Geográfico: El presente proyecto se desarrolló en la zona metropolitana de la ciudad de Bogotá, principalmente en la zona de Engativá (muestra la figura 1,2 la estrella verde) donde está ubicada la Universidad Libre

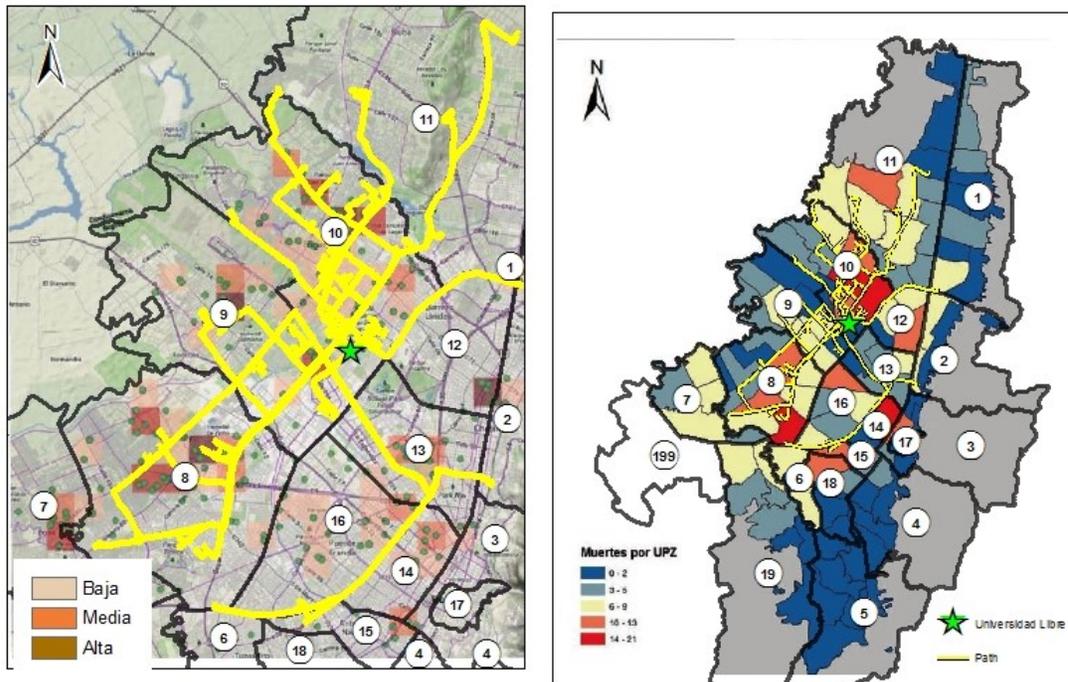


Figura # 1,2. Ciclo rutas de los usuarios y muertos por UPZ en la ciudad de Bogotá
Elaboración propia basada en el reporte anual de movilidad 2016.
Apoyo de Geógrafo: Gabriel González Puin.

3.2 Información Secundaria

Por medio del programa Mendeley se sistematizó la revisión bibliográfica que recogimos de investigaciones y/o papers relacionados con la temática de gestión del riesgo en movilidad, al igual que papers de investigadores que usan la metodología de Dinámica de Sistemas para analizar las relaciones de causalidad y comportamiento en movilidad. Esto nos permitió tener referentes bibliográficos para el desarrollo de nuestro proyecto

3.3 Priorización de Variables

Por medio de la caracterización nos dimos cuenta que son muchas variables y por su complejidad su alcance es muy grande por lo cual decidimos por medio de las metodologías a continuación priorizar las variables. Para la priorización de las variables se realizó por medio de un método cualitativo (Matriz Vester) y por un método estadístico cuantitativo

A continuación se presenta el diagrama de influencia-causalidad de la Matriz de vester (Ver figura 3)

FORMULACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DEL RIESGO EN EL PROCESO DE MOVILIDAD DE LOS BICIUSUARIOS DE LA UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR EN LA LOCALIDAD DE ENGATIVÁ BOGOTÁ

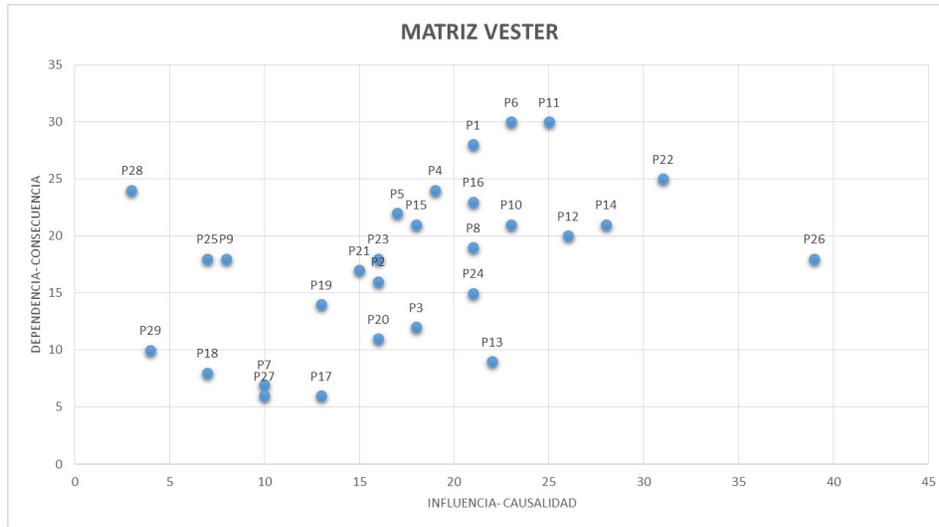


Figura # 3. Diagrama Influencia Causalidad Matriz de Vester

Fuente: Semillero G-Risk, elaborado por Tania Díaz y Juan David Jiménez, Universidad Libre, 2018

En la figura 2 nos muestra en una gráfica la influencia de las variables de acuerdo a la encuestas de los bici usuarios donde nos indica en la parte superior de la gráfica las variables críticas tomadas en cuenta en nuestro proyecto

Resultados Matriz (Variables críticas)					
P1	Violencia	P10	Imprudencia	P15	Lluvia
P4	Hurto	P11	Exceso de Velocidad	P22	Conectividad
P6	Edad	P12	Protección Personal	P26	estado de la vía
P8	Sexo	P14	Hurto		

Tabla # 1. Variables Críticas Matriz de Vester

Fuente: Semillero G-Risk, elaborado por Tania Díaz y Juan David Jiménez, Universidad Libre, 2017

Método estadístico: Por medio del programa STATGRAPHICS Centurion el cual es una potente herramienta de análisis de datos que combina una amplia gama de procedimientos analíticos con extraordinarios gráficos interactivos para proporcionar un entorno integrado de análisis. En este caso de las variables en el proceso de movilidad.

Análisis de los componentes:

Componente		Porcentaje de	Porcentaje
Número	Eigenvalor	Varianza	Acumulado
1	2,39575	34,225	34,225
2	1,20878	17,268	51,493
3	1,10491	15,784	67,278
4	0,798771	11,411	78,689
5	0,770405	11,006	89,694
6	0,407934	5,828	95,522
7	0,313457	4,478	100,000

Tabla # 2: Análisis de los componentes

Fuente: Semillero G-Risk, elaborado por Tania Díaz y Juan David Jiménez, Universidad Libre, 2018

Este procedimiento ejecuta un análisis de componentes principales. El propósito del análisis es obtener un número reducido de combinaciones lineales de las 7 variables que expliquen la mayor variabilidad en los datos. En este caso, 3 componentes se han extraído puesto que 3 componentes tuvieron valores mayores o iguales que 1,0. En conjunto ellos explican 67,2776% de la variabilidad en los datos originales.

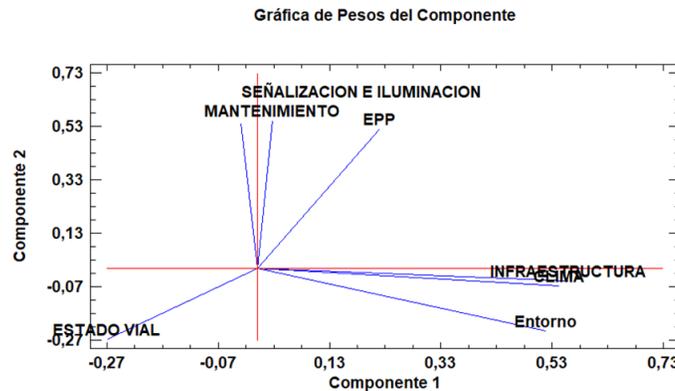


Figura # 4. Grafica de Pesos del Componente Método estadístico cuantitativo
Fuente: Semillero G-Risk, elaborado por Tania Díaz y Juan David Jiménez, Universidad Libre, 2018

Por medio de estos dos métodos concluimos por medio causa-efecto que las variables a priorizar en el estudio de este proyecto son:

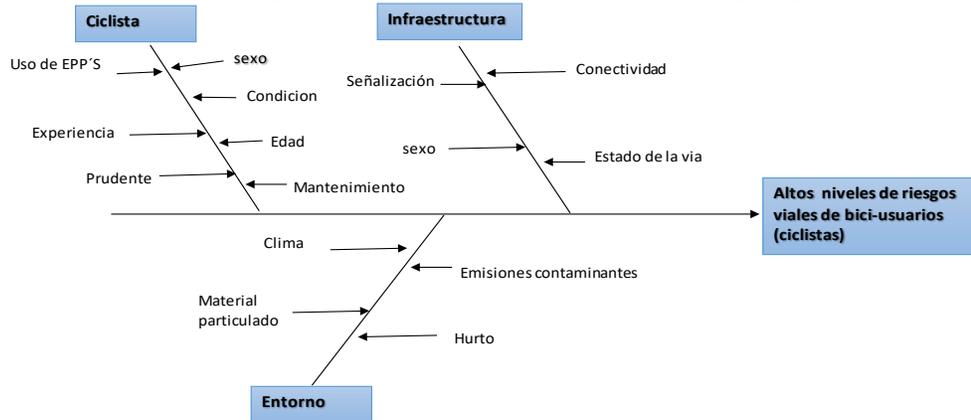


Figura # 5. Variables Críticas por Método estadístico cuantitativo, Matriz de Vester y papers
Fuente: Semillero G-Risk, elaborado por Tania Díaz y Juan David Jiménez, Universidad Libre, 2017

Posteriormente con estas variables se realiza el modelo en DS, lo que permitirá brindar una simulación como resultado de cuáles serían los riegos más altos, medios o bajos dependiendo de las distintas variables, con ello poder prevenir a los estudiantes en la zona de Engativá. Detallaremos con diagrama causales y demás herramientas ya explicitas para la construcción del modelo en el software Vensim y poder plantear políticas de mejora dependiendo del resultado de la simulación.

bici usuarios ya que esta población tiene desconocimiento de las medidas de prevención de riesgos en su ruta diaria.

6 Referencias Bibliográficas

Artículos de Revistas:

- Cervero, R., Duncan, M., 2003. Walking, bicycling, and urban landscapes: evidence from the San Francisco Bay Area. *Am. J. Public Health* 93 (9), 1478–1483.
- Dill, J., Carr, T., 2003. Bicycle commuting and facilities in major U.S. cities, if you build them, commuters will use them. *Transport. Res. Rec.* 116–123.
- Dill, J., Voros, K., 2007. Factors affecting bicycling demand: initial survey findings from the Portland, Oregon, region. *Transport. Res. Rec.* 9–17.
- Emond, C.R., Tang, W., et al., 2009. Explaining gender difference in bicycling behavior. *Transport. Res. Rec.* 2125, 16–25.
- Dill, J., McNeil, N., 2013. Four types of cyclists? examination of typology for better understanding of bicycling behavior and potential. *Transport. Res. Rec.* 2387, 129–138.

Fuentes Electrónicas

- Software, S. (01 de 01 de 2016). Vensim. Consultado el 16 de Noviembre de 2017 en <https://www.softwareshop.com/producto/vensim>
- Wikipedia, L. e. (01 de 04 de 2017). Dinámica de sistemas. Consultado el 21 de Noviembre del 2017 https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Din%C3%A1mica_de_sistemas&oldid=96070416.
- AVANCES Investigación en Ingeniería Vol. 14, 2017 ISBN: 1794-4953 ISBN en línea: 2619-6581 <http://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/1282/991>

Sobre los autores

- **Juan David Jiménez Castro:** Estudiante de 10 semestre de Ingeniería Industrial de la Universidad Libre. Juand.jimenezc@unilibrebog.edu.co
- **Tania Camila Díaz Anacona:** Estudiante de 10 semestre de Ingeniería Industrial de la Universidad Libre. Taniac.diaza@unilibrebog.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)