

## DESCONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL REDONDEL EL BANANERO MEDIANTE ENLACE VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO

Rodríguez Intriago, K.; Oyola Estrada, E.; Ordoñez Fernández, J.; Espinoza Urgiles, F.

Universidad Técnica de Machala

[eoyola@utmachala.edu.ec](mailto:eoyola@utmachala.edu.ec)

### RESUMEN

La investigación que se ha realizado sostuvo como objetivo evaluar el tráfico vehicular generado en el redondel del monumento al Bananero, haciendo uso de un enlace vehicular para mejorar la circulación y disminuir los conflictos en este punto de acceso a la Ciudad de Machala – Ecuador, en dicho redondel se interceptan dos carreteras de 8 y 4 carriles que permiten el ingreso y salida de la ciudad. La metodología que se planteó fue la de recolección de datos en campo, que abarcará completamente todas las características que el redondel sostiene, con lo que se definió los tipos de estudios que permitirían realizar análisis completos y validar la solución planteada. Los estudios que se realizaron, han sido conteos manuales de vehículos por once horas diarias durante cinco días, lo que brindó el volumen por cada dirección de recorrido, resultados que fueron procesados en el método analítico HCM 1985 y a su vez en el programa SYNCHRO 8.0. Los resultados obtenidos, fueron de un nivel de servicio con la clasificación de F (congestión vehicular) con el sistema actual de redondel, además de acuerdo al programa con la implementación de un enlace vehicular se obtuvo un nivel de servicio A (libre flujo), lo cual confirma que la solución planteada es la adecuada. Las conclusiones finales en base a los resultados son las de implementar un enlace vehicular, semaforizar sectores internos para un flujo vehicular más regulado, y ampliar en al menos 1 carril la Av. Alejandro Castro Benítez, en ambas direcciones.

**Palabras clave:** Synchro 8.0., tráfico, enlace vehicular, glorieta, nivel de servicio,

### ABSTRACT

The research carried out was aimed at evaluating the vehicular traffic generated in the roundabout, the Bananero monument, using a vehicular link to improve traffic and reduce conflicts in this access point to the City of Machala - Ecuador, in This roundabout intersects two 8-lane and 4-lane highways that allow the entrance and exit of the city. The methodology used was to collect data in the field that completely covered all the characteristics that the roundabout supports, which defined the type of studies that would allow a complete analysis and validation of the solution proposed. The studies carried out were manual counts of vehicles for eleven hours a day for five days, which provided the volume for each direction of travel, results that were processed in the analytical method HCM 1985 and in turn in the program SYNCHRO 8.0. The results obtained were of a service level with the classification of F (vehicular

congestion) with the current system of redondel, besides according to the program with the implementation of a vehicular link, a service level A (free flow) was obtained, Which confirms that the solution proposed is adequate. The final conclusions based on the results are to implement a vehicular link, to signalize internal sectors for a more regulated vehicular flow, and to expand Av. Alejandro Castro Benitez in at least 1 lane in both directions.

**Keywords:** Synchro 8.0., traffic, vehicular link, roundabout, service level.

## INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de la investigación actual es descongestionar el tráfico vehicular generado en la glorieta el monumento al Bananero, haciendo uso de un enlace vehicular para mejorar la circulación y disminuir los conflictos en este punto de acceso a la ciudad de Machala, provincia de El Oro, debido a que en la actualidad es la principal zona por la que ingresan y salen todo tipo de vehículos, ya sea en dimensiones, así como en su tipo de servicio (público o privado), para realizar diversas actividades (Pérez, Bautista, Salazar & Macías, 2014).

Este tipo de problema no es único en su tipo y ya se ha dado en diferentes partes del mundo, por lo que primero se buscara información relevante referente a esta problemática, tomado ya sea de artículos científicos, libros, revistas y tesis (Pedraza, Hernández, & López, 2012). La información servirá como pauta para identificar qué tipo de solución se han implementado y cual es más acorde a la realidad de la zona en estudio, que permita reducir la congestión vehicular y mejore el nivel de servicio de las avenidas (Lizarraga, 2012).

Una vez concretada la búsqueda de información, se procede a recolectar los datos de campo, tomando en consideración tanto las características de los vehículos, así como los giros que puedan realizar, y anotando cualquier otro dato del momento, ya que entre más detallados los datos sean, el análisis posterior será más conciso y permitirá validar con mayor fuerza la solución final (Guti & Soria, 2014). Con la finalidad de plantear una solución que elimine de manera notable el problema y pueda ser viable económicamente acorde a la realidad de la provincia, se realizan diversos estudios que permitan corroborar la alternativa más adecuada en contra de la congestión vehicular en el sector (Restrepo et al., 2015).

Dichos estudios se tratan de conteos manuales de vehículos de once horas diarias durante cinco días en las cuatro esquinas del sector, lo que permite obtener un volumen vehicular en función de los giros que se realizan. Este volumen vehicular permitirá conocer las horas pico en el redondel y además será analizado en el método analítico HCM 1985, permitiendo conocer el nivel de servicio existente, luego se procederá analizar los datos implementado un enlace vehicular, el cual será modelado en el programa SYNCHRO 8.0, definiendo si con este tipo de solución se logra mejorar o no la problemática actual (Franco, 2014).

Por ende, los resultados que se obtengan de los estudios realizados permitirán identificar la situación actual del sector, sobre la existencia del congestionamiento vehicular y a su vez se podrá validar la alternativa de un enlace vehicular que permita disminuir el problema de congestionamiento en el redondel El Bananero, en la ciudad de Machala, provincia de El Oro, Ecuador, 2017.

## MATERIALES Y MÉTODOS

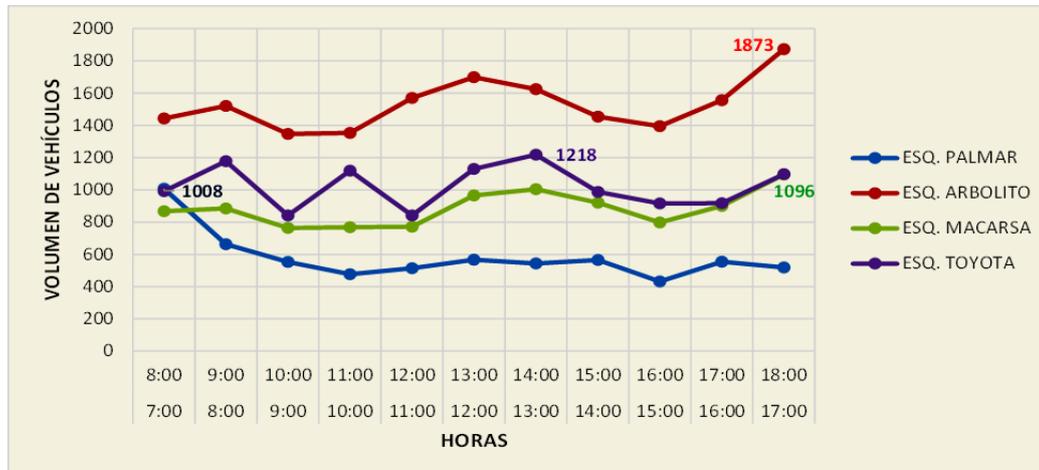
El redondel El Bananero se encuentra en las coordenadas Este 618220 y Norte 9637696. Para la presente investigación fue necesario implementar el método de conteo manual de vehículos, consistiendo de cuatro personas y cada una de ellas situada en unas de las cuatro esquinas que dan frente al redondel, tomando muestras de los vehículos acorde a su tipo (livianos, pesados extra pesados) y los giros que realizaban (izquierda, frente, derecha), durante 5 días en un periodo ininterrumpido de 11 horas, desde las 7:00 am a las 18:00 pm, en intervalos de 15 minutos; posterior a esto se tabularon los conteos, obteniéndose la mayor cantidad de volumen registrado en la Av. 25 de Junio debido a que es la avenida principal y posee ocho carriles (4 de ingreso y de salida), y la Av. Alejandro Castro Benítez posee tan solo un tercio menos en volumen vehicular que la Av. 25 de Junio, esto se debe a que tan solo posee 4 carriles.

Los volúmenes de tráfico registrados, además permitieron obtener las horas pico en las cuales se presenta una mayor congestión vehicular, por lo que se puede representar gráficamente la situación en cada una de las esquinas acorde a la hora con mayor demanda (Monetti et al., 2013). Con el método analítico del HCM 1985 se analiza el nivel de servicio que se presenta en una vía (Fabrizio, Patiño, Cazar & Cuenca, 2013). A su vez el programa SYNCHRO 8.0 sirve para modelar, optimizar y simular sistemas de tráfico basado en el método HCM 2000. Así se consiguió la simulación de los vehículos implementando un enlace vehicular en relación a los volúmenes de tráfico actuales (Adriana & Alan, 2013).

**Tabla 1. Volumen total por giros en hora pico año 2017**

| Ubicación Esquinas | Referencia   | Día     | Hora          | Giro a la Izquierda | Avance de Frente | Giro a la Derecha | Total |
|--------------------|--------------|---------|---------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|
| Palmar             | Estación N°1 | Viernes | 7:00 – 8:00   | 592                 | 288              | 128               | 1008  |
| Arbolito           | Estación N°2 | Viernes | 17:00 – 18:00 | 546                 | 969              | 358               | 1873  |
| Macarsa            | Estación N°3 | Lunes   | 17:00 – 18:00 | 136                 | 251              | 709               | 1096  |
| Toyota             | Estación N°4 | Viernes | 13:00 – 14:00 | 90                  | 880              | 248               | 1218  |

Figura 1. Horas pico según cada estación



Los máximos volúmenes de tránsito en función de su hora pico se encuentran en la tabla 1, detallando además sus volúmenes acorde al giro realizado, independiente del tipo de vehículo. En la Fig. 2 se puede visualizar los datos registrados en el cuadro anterior, tomando como se ve expresado el día de mayor hora pico por cada estación y sus respectivos volúmenes por hora, independiente del giro y el tipo de vehículo.

Ahora bien, para determinar el nivel de servicio se implementará el método de la Highway Capacity Manual (HCM 1985). Este manual emplea una metodología realizada en los Estados Unidos y en el cual se registran diferentes tipos de conceptos, directrices y procedimientos para obtener tanto la capacidad así como la calidad de servicio en las carreteras, permitiendo diferenciar numéricamente entre una carretera con un flujo vehicular libre (A), hasta la más baja clasificación con un flujos vehiculares en niveles de congestión (F).

Para determinar este nivel de servicio se lo obtiene de la siguiente manera:

$$c = 1000V_{\%}^S + 700V_{\%}^O + 200L^S - 100L^O - 300LT_{\%}^O + 200RT_{\%}^O - 300LT_{\%}^C + 300RT_{\%}^C$$

En donde:

**c**= Capacidad en vehículos por hora.

**V<sup>S</sup><sub>%</sub>**= proporción del volumen de la intersección en el enfoque de sujeto.

**V<sup>O</sup><sub>%</sub>**= proporción del volumen de la intersección en el enfoque opuesto.

**L<sup>S</sup>**= número de líneas en el enfoque del sujeto.

**L<sup>O</sup>**= número de líneas en el enfoque opuesto.

**LT<sup>O</sup><sub>%</sub>**= Proporción de volumen en el enfoque opuesto girando a la izquierda.

**RT<sup>O</sup><sub>%</sub>**= Proporción de volumen en el enfoque opuesto girando a la derecha.

**LT<sup>C</sup><sub>%</sub>**= Proporción de volumen en los enfoques conflictivos que giran a la izquierda.

**RT<sup>C</sup><sub>%</sub>**= Proporción de volumen en los enfoques conflictivos que giran a la derecha.

**Tabla 2. Desarrollo de cálculos aplicando metodología HCM 1985**

| EVALUACIÓN DE LA CONGESTIÓN VEHICULAR |           |        |         |       | DEMORA ENTRE |     | NDS | DESCRIPCIÓN                   |
|---------------------------------------|-----------|--------|---------|-------|--------------|-----|-----|-------------------------------|
| Acercamiento                          | Izquierda | Frente | Derecha | Total | 0            | 5   | A   | Libre flujo                   |
| Esq. Arbolito                         | 546       | 969    | 358     | 1873  | 5.1          | 15  | B   | Presencia de otros vehículos. |
| Esq. Toyota                           | 90        | 880    | 248     | 1218  | 15.1         | 25  | C   | Flujo estable                 |
| Esq. Palmar                           | 592       | 288    | 128     | 1008  | 25.1         | 40  | D   | Flujo estable, alta densidad  |
| Esq. Macarsa                          | 136       | 251    | 709     | 1096  | 40.1         | 60  | E   | Veloc. bajas y uniformes      |
|                                       |           |        |         |       | 5195         | 200 | F   | Congestión Vehículos.         |

Acorde a la tabla 2, y su proceso de análisis, permite identificar principalmente el nivel de servicio que existe en el sector del redondel El Bananero, el cual en concordancia con la clasificación estipulada en la HCM 1985, que va desde A hasta F, resulta que este sector posee un nivel de servicio actual de F, por lo que sí existe congestión vehicular.

## RESULTADOS

**Tabla 3. Nivel de servicio aplicando la metodología HCM 1985**

| SOLUCIÓN      | Vs % | Vo % | Lo | Ls | LTo % | RTo % | LTc % | RTc % | c   | Demora  | NDS |
|---------------|------|------|----|----|-------|-------|-------|-------|-----|---------|-----|
| Esq. Arbolito | 0.36 | 0.23 | 4  | 4  | 0.07  | 0.2   | 0.35  | 0.4   | 959 | 1675    | F   |
| Esq. Toyota   | 0.23 | 0.36 | 4  | 4  | 0.29  | 0.19  | 0.35  | 0.4   | 853 | 227     | F   |
| Esq. Palmar   | 0.19 | 0.21 | 2  | 2  | 0.12  | 0.65  | 0.21  | 0.2   | 631 | 433     | F   |
| Esq. Macarsa  | 0.21 | 0.19 | 2  | 2  | 0.59  | 0.13  | 0.21  | 0.2   | 393 | 39936.2 | F   |
|               |      |      |    |    |       |       |       |       |     | 9166.6  | F   |

Para determinar el nivel deservicio (NDS), aplicando el método analítico HCM 1985, la tabla 03 nos muestra el NSD de la vía, en función del tiempo de demora, el cual nos da F en las cuatro intersecciones.

## Simulación en Synchro 8.0 de los volúmenes de tráfico obtenidos

**Figura 2. Nivel de servicio en el redondel El Bananero**



Para determinar el nivel de servicio, es necesario ubicarlo como una simple intersección, así el programa podrá brindar un resultado claro. Ahora bien, una vez ingresados los datos al programa SYNCHRO 8.0 y evaluado de la manera mencionada, se aprecia en la figura 2 que el nivel de servicio se encuentra en F, de manera tal que el programa respalda los resultados obtenidos mediante el método analítico del HCM 1985, en la tabla 03 (Rodríguez & Figueroa, 2015).

**Figura 3. Nivel de servicio con un enlace vehicular en Av. 25 de junio**



En la figura 3 se logra observar la simulación realizada con el programa SYNCHRO 8.0 y la cual brinda los resultados al momento de implementar un enlace vehicular. Con la colocación de un enlace sobre la Av. 25 de Junio, el nivel de servicio mejora considerablemente incrementado a un nivel de tipo A, permitiendo un mejor flujo de volumen de vehículos (Lino, 2012).

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Acorde a los datos registrados en campo, las estadísticas demuestran que en relación de volumen de vehículos y giros, los usuarios tienen una marcada preferencia a

circular prioritariamente por la Av. 25 de Junio, de frente, por ser la avenida principal, lo cual hace que se llegue a esperar mayor tiempo en la Av. Alejandro Castro Benítez, y por ende sea uno de los puntos con mayor conflicto vehicular.

De acuerdo a los cálculos realizados con la metodología HCM 1985, resultó que el sector del redondel El Bananero presenta un nivel de servicio de F (según la tabla 2) y comparándolo con la aplicación del programa SYNCHRO 8.0, logró corroborarse dicho resultado, ya que al ejecutarlo también demostró tener un nivel de servicio de F (según la figura 3) (Maldonado, Herz & Galarraga, 2012).

La simulación realizada con ayuda del programa SYNCHRO 8.0, en conjunto con la implementación del actual redondel y con el volumen de tráfico actual, generó que se produjera una gran congestión vehicular principalmente en la Av. Alejandro Castro Benítez, y a su vez comparándose la simulación implementando un enlace sobre la Av. 25 de Junio, se logra mayor flujo vehicular y por ende disminución de la congestión en el sector (Rodríguez Rucobo, Osiris Vidaña, & Rodríguez Esparza, 2015).

## CONCLUSIONES

La evaluación realizada en el sector del redondel El Bananero, y acorde a los estudios elaborados demuestra que la zona está bajo congestión vehicular, ya que los dos principales estudios arrojaron que se encuentra en una categoría F con el actual redondel, por lo que se ha sugerido la implementación de un enlace vehicular sobre la avenida principal 25 de Junio.

La medida de un enlace vehicular es necesario, pero a su vez también la de incrementar en al menos un carril la Av. Alejandro Castro Benítez, que permita un mejor flujo vehicular con la implementación de semáforos que ayuden a controlar los tiempos y se logre evitar conflictos en el interior de la intersección del enlace.

Debido a que la preferencia del flujo tránsito es en dirección hacia la Ciudad de Machala, de manera frontal, acorde con los volúmenes registrados en campo, los conflictos entre la principal avenida 25 de Junio y la Av. Alejandro Castro Benítez, se reducirían permitiendo a su vez disminuir los accidentes que se registran en el sector por colisión de vehículos.

De implementarse un enlace vehicular sobre la Av. 25 de Junio, permitirá que los niveles de servicio de todo el sector incrementen hasta una categoría A, con flujo vehicular libre, lo cual implica realizar un reconfiguración actual de la zona para obtener dicho resultado.

## Referencias Bibliográficas

Adriana, R. & Alan, D. (2013). Operational Comparison of Transit Signal Priority Strategies. *Trb*, 407, 84–91.

Fabrizio, N., Patiño, M., María, D., Cazar, E. & Cuenca, R. (2013). *Universidad del Azuay Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos*. Azuay: Repositorio UDA.

Franco, L. (2014). Aplicación de Simulación en el Control de Tráfico, una Propuesta para Ciudad del Este. *FPUNE Scientific*, 4(4), 75–82.

Guti, L., Soria, J. & Documento, A. (2014). Estudio estadístico de campo del autotransporte nacional Análisis estadístico de la información recopilada en las estaciones instaladas en 2013. *Instituto Mexicano del Transporte*, 62(58), 128.

Lino, F. (2012). *Aplicabilidad de las metodologías del HCM 2000 y Synchro 7.0 para analizar intersecciones semaforizadas en Lima*. Lima: Repositorio PUCP.

Lizarraga, C. (2012). Expansión metropolitana y movilidad: El caso de caracas. *Eure*, 38(113), 99–125.

Maldonado, M.; Herz, M. & Galarraga, J. (2012). Modelación de operación en carreteras argentinas y recomendaciones de ajustes al Manual de Capacidad HCM 2010. *Avista Transportes*, 20(3), 51–61.

Monetti, J., Leon, O., Brachetta, M., Scutari, P., Sanchez, P. & Manzano, A. (2013). Automatización en la Captura de Datos para el Modelado de Flujo Vehicular en Zonas Urbanas. *XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 994–998.

Pedraza, L., Hernández, C. & López, D. (2012). Control de tráfico vehicular usando ANFIS. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 20(1), 79–88.

Pérez, F., Bautista, A., Salazar, M. & Macias, A. (2014). Analysis of vehicular traffic flow using a macroscopic model - Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico. *SciELO*, 81(184), 5.

Restrepo, C. et al. (2015). Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia). *Redalyc*, 18, 11–50.

Rodríguez, D. & Figueroa, P. (2015). Modelo para Micro-Simulación de Tráfico Vehicular y Peatonal Utilizando CUDA, *ResearchGate*, 7.

Rodríguez Rucobo, N., Osiris Vidaña, D. & Rodríguez Esparza, M. (2015). Evaluación del congestionamiento vehicular en intersecciones viales. *CULCYT*, 56, 41–50.