

# **Factibilidad de inserción del Transmilenium como solución a la situación actual del sistema de transporte público de la ciudad de Maracaibo**

**Angi Rojas y Marco Hinder**

Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Rafael Urdaneta,  
Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela  
*angirojas@hotmail.com y marcohinden@gmail.com*

Recibido: 22-02-2013 Aceptado: 10-05-2013

## **Resumen**

El transporte público, se caracteriza por el traslado de personas o bienes de un lugar a otro, en donde los usuarios no son los propietarios de los modos de transporte; el crecimiento poblacional y a la poca accesibilidad de los lugares de interés a pie, ha supuesto la necesidad de modificar el esquema de transporte colectivo; tal es el caso de la ciudad de Maracaibo, la cual, por su incremento poblacional, posee déficit en las rutas de transporte público, surgiendo la necesidad de crear sistemas de transporte masivo de óptimo servicio, haciendo preciso la realización del presente estudio, el cual persigue el desarrollo del estudio de factibilidad de inserción de un nuevo sistema de transporte masivo como a su vez presentando una propuesta conceptual para la inserción de dicho sistema de transporte masivo rápido en autobuses en los principales Tramos Viales de la ciudad de Maracaibo del estado Zulia, determinando las características geométricas y operacionales mediante estudios de Tránsito y Transporte. Se emplea el Inventario Vial, Conteos de Volumen Vehicular en intersecciones, Tiempo de Recorrido y Demoras en rutas de transporte, Conteo de Sube y Baja de Pasajeros y Encuesta de Origen Destino como técnica de recolección de datos para poder determinar las características mencionadas, resultados que ofrecieron información importante, que hacen factible la implementación del sistema Transmilenium en uno de los tramos viales seleccionados, como solución a la deficiencia del transporte en la zona. Este sistema será insertado desde la Prolongación Circunvalación No. 2 con Av. Guajira siguiendo recorrido hacia Este de la ciudad hasta la intersección con la Av. La Limpia para poder concluir con su trayectoria en el centro de la ciudad; La calzada contará con 2 canales por sentido con divisoria física. Se establecerán paradas a cada 500 metros, con calzada tipo B semi exclusiva para la circulación del sistema de transporte masivo.

**Palabras claves:** Transmilenium, transporte masivo, transporte urbano, propuesta conceptual.

## **Feasibility study of the Transmilenium insertion like a solution to the actual public transport situation in the Maracaibo city**

### **Abstract**

The public transport, is characterized by the transfer of people or goods from one place to another, where the users don't own a way to transport; with a population growth and little accessibility to places on foot, rises a need to reform the collective transportation mode, giving birth to this idea, so is the case of City of Maracaibo, which,

by its population increase, owns deficit in the public transportation routes, arising the necessity to create systems of massive transport of optimal service, doing precise the accomplishment of this present study, which objective is the development of a study of feasibility followed by a conceptual proposal for the insertion of a fast massive transport system in buses, in the principal routes in the City of Maracaibo in the State of Zulia, determining the geometric and operational characteristics by the means of studies of Transit and Transport. Using techniques of data recollection to determine the characteristics mentioned, are the Road Inventory, Counts of Vehicle Volume in the intersections, Time of Route and Delays in transportation routes, Count of getting in and out of Passengers and Survey of Origin Destiny; results that offered important information, that make the implantation of the Transmilenium system necessary in City of Maracaibo like an alternative of massive transport system in the zone. This system will be inserted from de intersection of Av. Guajira to Prolongación Circunvalación 2 following the East side of the city until the intersection with Av. La Limpia taking the route to the center of the city; The road will count with 2 channels per side with dividing sidewalks. Stops at each 500 meters will be settled down, with semi exclusive road Type B, for the circulation of the system of massive transport.

**Key words:** Transmilenium, massive transport, urban transport, conceptual proposal

## Introducción

El transporte público, es concebido como el traslado de personas o bienes de un lugar a otro, caracterizado porque dichas personas no son los propietarios de los modos de transporte, siendo servidos por terceros; cuando las distancias a ser recorridas se hacen cada vez más largas a medida que la población va aumentando con el desarrollo de las ciudades, disminuyendo así la accesibilidad a pie que tenían las personas, surge la necesidad de mejorar o implementar un sistema de transporte público que pueda satisfacer las necesidades de los usuarios. Ahora bien, la concentración de la población en grandes ciudades, ha supuesto la necesidad de dotación de un transporte colectivo eficiente. En tal sentido, ha surgido la necesidad de crear un sistema de transporte público masivo nuevo que sea capaz de cubrir las necesidades de la población en crecimiento. Por lo expuesto anteriormente, acerca de la necesidad de crear sistemas de transporte masivo de óptimo servicio y tomando en cuenta los principales corredores viales de la ciudad, se hace necesaria la realización del presente estudio, el cual tiene por finalidad estudiar la factibilidad para la inserción de un sistema de transporte masivo para los principales tramos viales de la ciudad de Maracaibo, estado Zulia, a su vez evaluando las características operacionales de las rutas presentes, Definiendo la propuesta conceptual, más adecuada para la inserción del Transmilenium, en base a las características geométricas y operacionales. Plasmando en un plano digitalizado los tramos viales factibles, con las mejoras viales generadas por la inserción del Transmilenium.

## Metodología

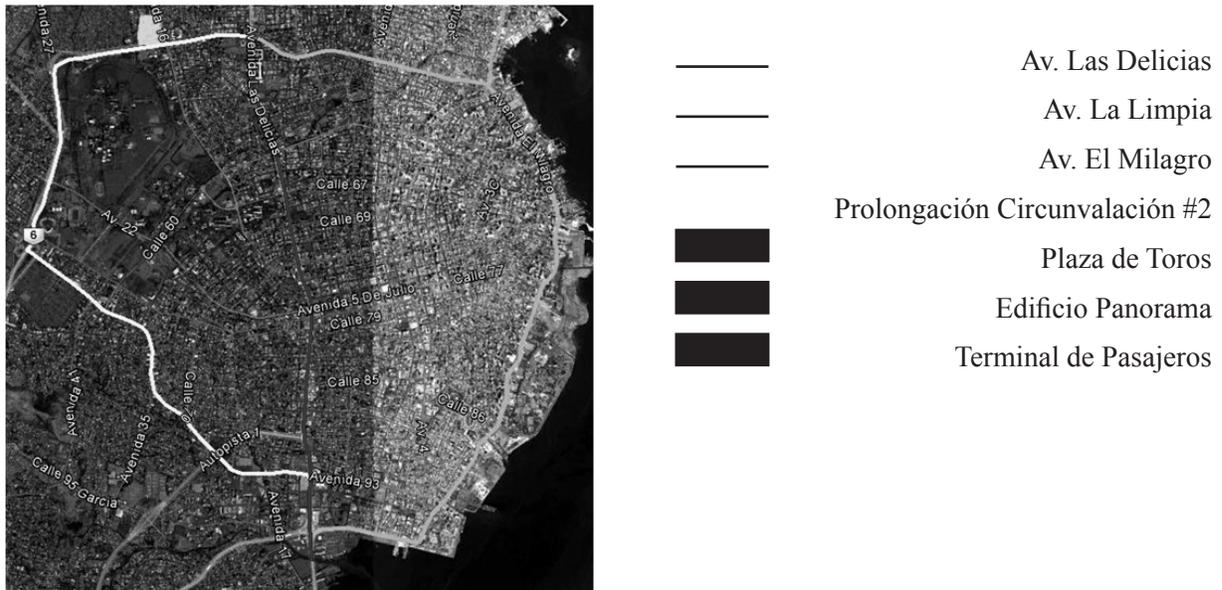
La presente investigación es descriptiva de campo, de carácter no experimental transeccional de campo, tomando como población de la investigación los sistemas de transporte público dentro de la ciudad de Maracaibo. Chavez , N.[3]

## Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos. Hernández Sampierie, R [6]

### Selección de los Corredores Viales para la Inserción del Transmilenium.

Este recorrido que se realizó en vehículo, transitando por aquellos caminos que, visualmente, fueron considerados aptos para el paso vehicular, lo cual se refleja en la Figura 1:

**Figura 1. Ubicación de tramos viales seleccionados (google earth 2010)**



Una vez realizado el recorrido, familiarizados con los corredores mencionados anteriormente, y conociendo las características de las vías, se seleccionaron los siguientes tramos viales: Barboza, R. [1]

- Desde la intersección de prolongación circunvalación No.2 con Av. Guajira hasta la Av. La Limpia, luego desde la misma intersección hasta la intersección entre la Av. La Limpia con Av. Las Delicias, como se muestra en la figura 2.

- Av. Las Delicias con intersección prolongación Circunvalación No.2 hasta Av. Las Delicias con calle 100 (Av. Sabaneta), como se muestra en la figura 3.

- Av. Guajira con intersección prolongación circunvalación No.2 hasta Av. Milagro con Av. Las Delicias, como se muestra en la figura 4.

Paralelamente, se procedió, con la ayuda del mismo plano satelital, a la selección de las principales intersecciones, definidas por los corredores de mayor envergadura, se presenta entonces, a continuación, en la Figura 2, figura 3 y figura 4 un esquema de los nodos viales que serán objeto de estudio dentro de la investigación:

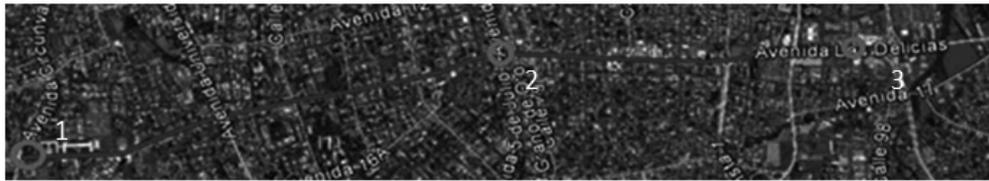
**Figura 2. Ubicación de la intersecciones seleccionadas tramo vial Av. La Limpia – Circunvalación #2, (Google Earth 2010)**



- Av. La Limpia – Prolongación  
Circunvalación #2  
Intersecciones
- 1) Av. Las Delicias con Prolongación Circunvalación #2
  - 2) Av. Guajira con Prolongación Circunvalación #2
  - 3) Av. La Limpia Av. Universidad
  - 4) Av. La Limpia con Av. 35 C

Plaza de Toros  
Terminal de Pasajeros

**Figura 3. Ubicación de las intersección en el tramos vial Las Delicias, (google earth 2010)**



Donde:

Av. Las Delicias

Edificio panorama

Terminal de pasajeros

Intersecciones:

- 1. Av. Las Delicias con prolongación circunvalación #2
- 2. Av. Las Delicias con Calle 67
- 3. Av. Las Delicias con Calle 77 (5 de Julio)

**Figura 4. Ubicación de las intersecciones en el tramo vial el milagro**



— Prolongación Circunvalación #2 –  
Av. El Milagro

- 1) Av. Las Delicias con  
Prolongación Circunvalación  
#2
- 2) Prolongación Circunvalación  
#2 con Av, Milagro Norte
- 3) Av. El Milagro con Calle 77  
(Av.5 de Julio)
- 4) Av. El Milagro con calle 93  
(Av. Padilla)

- Edificio Panorama
- Terminal de Pasajeros

### Inventario Vial

Este estudio se realiza en las principales intersecciones, las cuales fueron seleccionadas en función a su importancia y grado de transitividad, en donde se señala la ubicación, características, condiciones y dimensiones de los diferentes elementos que constituyen el sistema vial. Barboza, R. [1]

### Estudio de Tiempo de Recorrido y Demora

Al inicio del estudio el primer observador debe accionar el primer cronómetro, una vez iniciado el recorrido, y de esta manera se logra registrar el inicio del mismo, un segundo observador acciona el segundo cronómetro para determinar la duración de la demora frente a un dispositivo fijo. Cal R; Mayor R [2]

### Estudio de Sube y Baja de Pasajeros

La medición, se realizó en hora de máxima demanda, hora pico, en donde se contabilizaron los pasajeros que suben, los que bajan y en calidad de que, abordaban a la unidad. De igual forma se cronometró el tiempo que tarda en recorrer cada tramo preestablecido. Cal R; Mayor R [2]

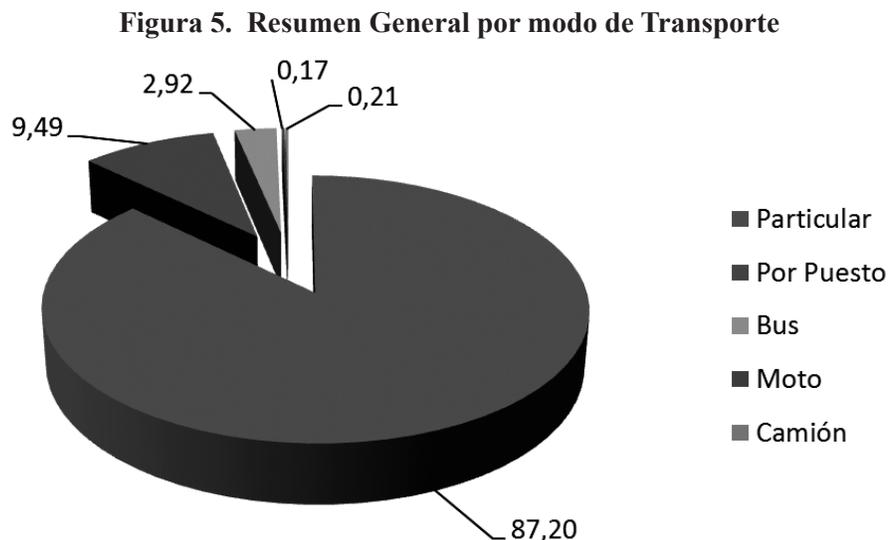
### Encuesta de Origen – Destino

La encuesta Origen - Destino, se encuentra estructurada por 7 ítems, de respuesta abierta, las cuales forman parte de un formato estándar, usado para la evaluación de rutas de transporte, con éstas, se mide el rango de edades de los usuarios, además de su ocupación, motivo por el cual viajan en esta ruta y, evidentemente, su origen y destino; así como también, la eficiencia del recorrido a través del tiempo que estuvo el usuario en espera de la unidad y el estimado de viaje. Cal R; Mayor R [2]

## Resultados

### Volumen Vehicular en Intersecciones

De los estudios de volumen vehicular realizados en cada una de las intersecciones seleccionadas en los diferentes tramos viales, se obtuvo el comportamiento de las horas picos observando que el flujo de volumen vehicular sigue un patrón en donde las horas pico de máxima demanda son durante las horas pico comprendidas entre las 5:15 pm – 6:15 pm. Comportamiento que se produjo en todas las intersecciones. Cal R; Mayor R [2]



Luego de analizar las intersecciones y comparar el flujo vehicular entre las horas pico estudiadas, puede decirse que la demanda vehicular que circula en los diferentes tramos viales estudiados es mayormente particular, teniendo presencia también de tráfico pesado y transporte público en una proporción menor.

Tal como se observa en la figura 5 se puede observar la máxima demanda de volumen vehicular durante las horas pico de la tarde, en donde los vehículos buscan alejarse de las zonas de comercio y en centro de la ciudad. Comportamiento que cambia totalmente durante las horas pico de la mañana, en donde los usuarios buscan integrarse a las vías que los comuniquen con las zonas comerciales y el centro de la ciudad

### **Sube y Baja de Pasajeros**

Se puede afirmar que existe poco trasbordo de pasajeros en el recorrido específicamente en las horas pico de la mañana y tarde, debido que la mayoría de los usuarios toman la unidad desde algunas de las paradas y descienden prácticamente al final del recorrido, haciendo que la ruta se comporte como interurbana, trasladando pasajeros desde las diferentes paradas estudiadas hasta zonas comerciales y el centro de la ciudad de Maracaibo. Caso contrario ocurre en las horas pico del medio día donde se produce el mayor sube y baja de pasajeros a lo largo del recorrido, debido a que los usuarios utilizan la unidad para traslados cortos, comportamientos que se pudo observar en la mayoría de los estudios realizados, puesto que los usuarios poseen necesidades únicas que varían durante todos los días. Cal R; Mayor R [2]

Se observó que el traslado de usuarios sigue de cerca el patrón de flujo de volumen vehicular, en donde durante las horas pico de la mañana los usuarios buscan llegar a sus fuentes de trabajo acercándose a las zonas mayores de comercio y al centro de la ciudad, comportamiento que cambia completamente durante las horas pico de la tarde, en donde los pasajeros buscan retornar a sus hogares, incrementándose el flujo en sentido opuesto alejándose de las zonas de comercio y el centro de la ciudad. Cal R; Mayor R [2]

### **Demora y Recorrido**

De la Tabla 1, se aprecia que la mayor ocurrencia de demoras producidas es utilizando el Autobús, debido que el número de paradas a lo largo de su recorrido es mayor y el recorrido es directamente afectado por el volumen vehicular circulante en las horas pico, observándose mayor demora durante las horas pico de la mañana y tarde, en donde los pasajeros buscan llegar a sus fuentes de trabajo o retornar a sus hogares. Cal R; Mayor R [2]

De forma similar se logró exponer la eficiencia de los autobuses y carritos por puesto, siendo más eficiente, tomando en cuenta el tiempo de recorrido y demoras, los carritos por puestos, influyendo directamente la cantidad de unidades disponible en cualquier momento. Un factor importante que reduce drásticamente el tiempo de recorrido y demora de éste modo de transporte es su baja capacidad de trasladar usuarios, mientras que los autobuses poseen una capacidad alrededor de 100 personas los carrito por puestos solo logran trasladar máximo 5 personas. Cal R; Mayor R [2]

**Tabla 1 . Promedio Demoras Globales**

<b>Promedio</b>			
<b>Demoras Fijas</b>	<b>Demoras Operacionales</b>	<b>Tipo de Transporte</b>	
00:04:26	00:32:49	Carrito	Tramo Vial 1
00:04:40	00:37:58	Autobús	
00:00:58	00:17:12	Carrito	Tramo Vial 2
00:00:17	00:14:36	Autobús	
00:01:20	00:17:53	Carrito	Tramo Vial 3
00:02:39	00:35:17	Autobús	

### **Origen-Destino**

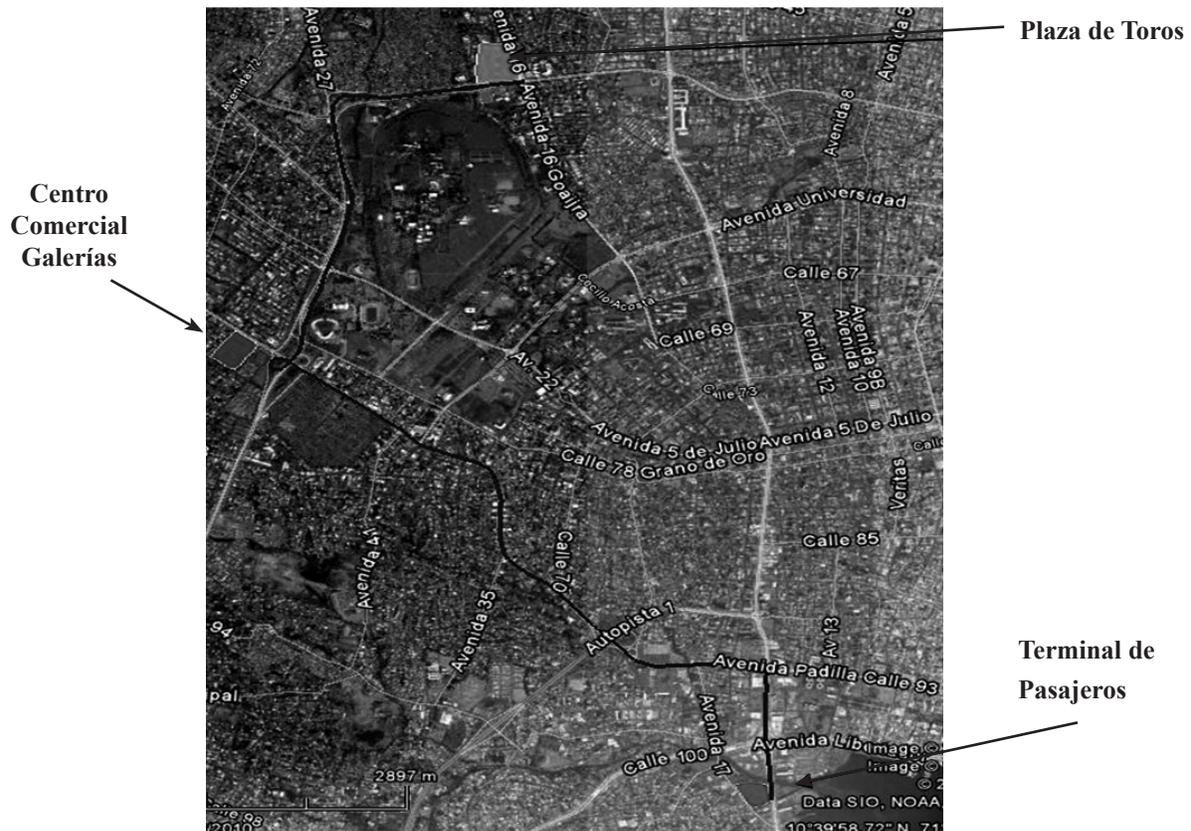
En base al estudio Origen Destino, se concluye que el usuario promedio es un adulto relativamente joven de unos 35 años de edad, además se refleja el uso predominante de estudiantes y amas de casa de la ruta, esto hace que las rutas sean empleadas por motivos de compras o tramites personales. Además se hace sumamente evidente que el destino más frecuente de viajes es el centro de Maracaibo donde se realizan la mayoría de los trasbordos, bien sea por razones de trabajo o asuntos personales. Cal R; Mayor R [2]

### **Propuesta Conceptual**

El Tramo Vial 2, conformado por la intersección prolongación circunvalación No.2 con Av. Las Delicias, siguiendo el sentido Oeste de la ciudad, hasta conectarse con la Av. La Limpia uniendo luego la Av. La Limpia hacia el casco central de la ciudad, presenta una calzada ideal en la mayor parte del tramo, es decir, desde prolongación circunvalación No. 2 hasta la Av. La Limpia y Av. La Limpia hasta la intersección con la Av. Universidad presenta una calzada ideal. Esta calzada posee más de 22m de ancho, lo cual representa una opción viable. Caso contrario de los otros tramos viales estudiados debido que no cuentan con la calzada requerida para este tipo de sistema. Molinero, A; Sanchez, I [7] ] y Mundo,J. [8]

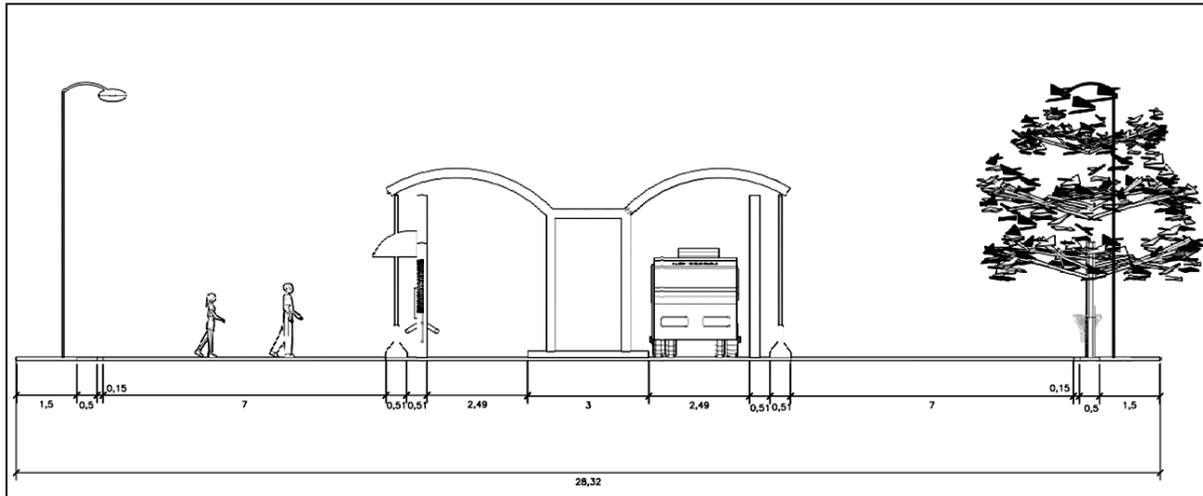
Cabe mencionar que el tramo vial estudiado debería recortarse hasta la intersección de prolongación circunvalación No.2 con la Av. Guajira debido que esta es una intersección en donde lamentablemente no se puede producir mejoras a nivel, la única opción de mejorar dicha intersección en cuanto a descongestionamiento vehicular es una solución a sección elevada, es decir, un elevado o un distribuidor. Se tiene entonces que la ruta para la inserción del Transmilenium será: la que inicia en la intersección Prolongación circunvalación 2 con Av. Guajira, siguiendo el sentido oeste de la ciudad hasta la intersección con la Av. La Limpia, en donde seguirá la Av. La Limpia hasta la intersección con la Av. Las Delicias en donde se incorporará a la Av. Las Delicias hasta el terminal de pasajeros de Maracaibo.

**Figura 6. Trazado Conceptual Línea Transmilenium**

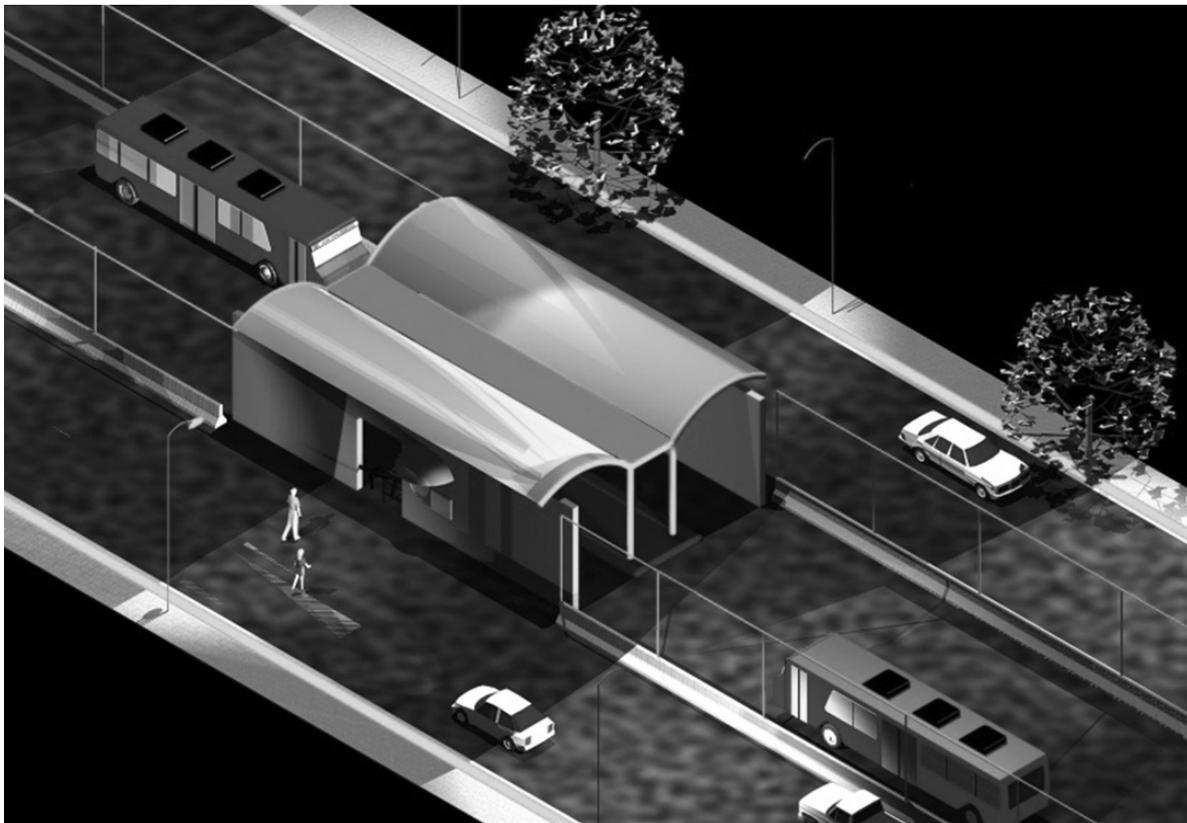


En base a esto, se da paso a la descripción geométrica de la calzada típica para la inserción del sistema Transmilenium, iniciando con la definición del número de canales por sentido, además de los anchos de canales y de calzada, ancho de brocales y demás mobiliario respectivo a las mejoras viales, como se puede apreciar en la Figura 7. Molinero, A; Sanchez, I [7] y Mundo, J. [8]

Por su parte, el ancho de la vía se establece: los 2 canales centrales para la circulación del sistema serán de 3 metros. Siendo este un ancho que se consideró para el diseño como un ancho óptimo en las diferentes paradas, en los Tramos típicos el ancho de la calzada puede ir hasta los 3,60 metros que sería el máximo establecido. Estos dos canales, estarán separados del resto del tráfico por un muro de contención de aproximadamente 82 centímetros de alto, 32 centímetros de ancho y una Cerca de aproximadamente 60 centímetros de alto para impedir el paso de manera ilegal, mientras que los canales para la circulación del tráfico regular tendrán un ancho de 3.60 metros. Molinero, A; Sanchez, I [7] y Mundo, J. [8]

**Figura 7.- Sección Típica para calzada con paso peatonal**

Por parte de la señalización, es pertinente realizar un buen rayado de la calzada, que indique los tramos de vía en los que un vehículo o el Transmilenio puede ser adelantado, además deben existir señales verticales que indiquen la existencia y proximidad de las estaciones del Transmilenio, así como también, dentro del Transmilenio, conviene establecer planos del recorrido de la unidad. Molinero, A; Sanchez, I [7] y Mundo, J. [8]

**Figura 3.5.- Vista 3D Parada Típica**

## Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones obtenidas del análisis realizado al estudio de campo, y a la metodología aplicada para el estudio de factibilidad de la inserción del sistema de transporte masivo Transmilenium, las cuales se redactan pensando en su utilización como parte de una propuesta conceptual.

- Debido a la poca capacidad que presentan las unidades de las rutas en los tramos viales estudiados, estos resultan insuficiente e ineficiente para cubrir la demanda de los pasajeros por los largos tiempos de espera de los usuarios en las paradas, haciendo necesaria la inclusión de un nuevo sistema eficiente y de mayor capacidad, siendo la siguiente opción al modo existente, el Modo Autobús Estándar, propuesto como el sistema Transmilenium.

- Los tramos de vías para la inclusión del sistema Transmilenium, mediante Autobuses Estándar y Mixtos son los corredores, desde la intersección entre prolongación circunvalación No.2 con Av. Guajira siguiendo el sentido Este de la ciudad hasta intersectarse con la Av. La Limpia culminando su recorrido siguiendo la trayectoria hasta el centro de la ciudad; estos tramos fueron seleccionados en base a los resultados obtenidos en los estudios de tránsito y transporte, ya que presentan las características más idóneas para tal fin.

- Debido al poco espacio existente de las calzadas de la Av. Las Delicias y la Av. El Milagro se demostró que estos dos tramos no son factibles para la inserción del Transmilenium, debido que el espacio geométrico no posee las dimensiones requeridas.

- De igual forma se puede concluir que la Av. Delicias es virtualmente inviable debido a presenta a su alrededor zonas comerciales lo cual representaría un costo sumamente excesivo para un proceso de expropiación.

- Se concluye que es necesaria la realización de ampliaciones y mejoras de la calzada existentes, incorporando a lo largo del recorrido 2 canales por sentido, para la circulación del tráfico normal y 2 canales exclusivos para la circulación del sistema, con sus respectivas medianeras que garanticen la exclusividad de la calzada. Esto se explica con la presencia de vehículos de carga en conjunto con el tráfico general.

## Agradecimientos

A la universidad Rafael Urdaneta, por permitir formarme en ella, por darnme todas las herramientas y conocimientos necesarios para triunfar en nuestra vida profesional.

A la profesora Angi Rojas, por ser mi tutora académica, por su gran colaboración, ayuda y apoyo en todo momento en el desarrollo de la investigación.

A la profesora Ángela Finol, que con sus conocimientos, colaboración y apoyo brindado ayudar a cumplir esta meta.

Al ingeniero Alberto Escobar, por prestar su entera colaboración en la digitalización de los planos empleados en la investigación y el 3D realizado para la propuesta conceptual.

## Referencias Bibliográficas

### Libros

1. BARBOZA, R. (S/F). "Diseño de Intersecciones a Nivel". Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
2. Cal, R; Mayor R. (2007). "Ingeniería de Transito, Fundamentos y Aplicaciones". Editorial alfaomega. Octava Edición. Distrito Federal, México.
3. CHÁVEZ, N. (2001). Introducción a la Investigación Educativa. Maracaibo. Editorial Universal
4. GARCÍA - PELAYO, R. (1998). Diccionario Enciclopédico. Ediciones Larousse (10ma, Ed.). Distrito Federal, México
5. G. Arias, F. (1999) "El Proyecto e Investigación". Editorial Episteme, tercera Edición, Caracas, Venezuela
6. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R; FERNÁNDEZ, C; BAPTISTA, P. (2006). Metodología de la Investigación". Editorial McGraw Hill. Cuarta Edición. Distrito Federal, México.
7. MOLINERO, Á; SÁNCHEZ, I. (2003). Transporte Público: Planeación, diseño, Operación y Administración. Editorial Quintal del Agua. México.
8. MUNDÓ, J. (2004). "Sub – módulo 2a: Caracterización, programación y control de la operación del sistema de transporte público: la oferta". Caracas, Venezuela.
9. Sabino, C. (1992). "el Proceso de Investigación". Editorial Panapo. Caracas, Venezuela
10. Tamayo, M. (2004) "El Proceso de la Investigación". Editorial Noriega. Cuarta Edición. Venezuela

### Trabajos Especiales de Grado

1. BOHÓRQUEZ, Y; GARCÍA, A; VELÁSQUEZ, A. (2008) "Propuesta conceptual para la inserción de un sistema de metro bus, en la parroquia El Bajo, municipio San Francisco Estado Zulia" Trabajo Especial de Grado. Universidad del Zulia
2. CAMACHO, A; LOBO, A. Y PERNÍA, J. (2007) "Evaluación de las rutas de transporte del municipio Cabimas. Caso: Ruta H – Cabillas y Corito". Trabajo Especial de Grado. Universidad del Zulia
3. MUÑOZ, G; ROJAS, J. (2003) "Inserción de la ciclovía dentro de la estructura urbana y de circulación del Municipio San Francisco". Trabajo Especial de Grado. Universidad del Zulia.