

# Estudio de Velocidades en una Sección del Paseo de Montejo en Mérida Yucatán

Lauro A. Alonzo Salomón, Gabriel J. Rodríguez Rufino, Alberto R. Sulub Aguilar.

## RESUMEN

Mérida pasó de ser una ciudad en la que se realizaban las más importantes funciones urbanas en el centro y en sus cercanías, a ser una ciudad multicéntrica y en cierto sentido dispersa y desorganizada, que está en el umbral del millón de habitantes. Cuenta con un sistema vial de transporte urbano de pasajeros que funciona radialmente, saturándose en horas pico.

El objetivo de medir el tráfico vehicular en cierta sección del Paseo de Montejo de la ciudad de Mérida, en primer término fue obtener una muestra representativa de las velocidades y del número de vehículos que transitan por esta sección, que está en una importante vía de comunicación en nuestra ciudad; y en segundo lugar utilizar un equipo de reciente adquisición de esta Facultad, como el ADR-1000.

El equipo ADR-1000 permitirá realizar aforos en distintas partes de la ciudad donde se presenten conflictos viales entre otros casos por estudiar, que fijará una serie de proyectos de investigación por realizar en distintos niveles, (Transporte de pasajeros, puntos en conflicto, intersecciones con un alto índice de accidentes, etc.) brindando de esta manera una herramienta más de apoyo tanto a los académicos del área de Geotecnia y Vías Terrestres como a los alumnos que cursan la licenciatura en Ingeniería Civil, en dicha área.

**Palabras Clave.** Aforo, Tránsito, Vehículo, Medición, Velocidad Media Espacial, Velocidad Media Temporal, Volumen.

## INTRODUCCIÓN

Mérida fue fundada en la parte septentrional de la Península de Yucatán sobre los vestigios de un antiguo asentamiento maya conocido en la región como Ichcaanziho, cuyo significado es "cinco cerros". Con el tiempo cambió su nombre por el de THO y finalmente adoptó el de Mérida las antiguas edificaciones mayas produjeron una fuerte impresión en los conquistadores, especialmente en Francisco de Montejo, a quien le recordaba las ruinas romanas que se conservan en la ciudad homónima de España. El 6 de enero de 1542 Mérida quedó formalmente fundada por Don Francisco de Montejo "el Mozo", quien la dedicó a Nuestra Señora de la Encarnación, registrándose además en el acto como villa, a 70 familias españolas y 300 naturales como habitantes fundadores (Ayuntamiento de Mérida, 2000).

Hacia los cuatro puntos cardinales de la plaza, la población quedaría dividida finalmente en cuatro secciones con sus barrios, mismos que además contaban con sus santos patronos, de tal forma que al sur queda San Sebastián, al poniente Santiago y Santa Catarina (hoy parque Centenario), al oriente San

Cristóbal y al norte Santa Lucía y Santa Ana. Prácticamente esta disposición determinaba de forma muy clara los barrios considerados de "extramuros" para los habitantes indígenas, mientras que el centro de la ciudad se reservaba para los colonos españoles (Ayuntamiento de Mérida, 2000).

Al terminar el siglo XIX, Yucatán luchaba por recuperarse de las pérdidas humanas y materiales sufridas durante la "Guerra de castas", y fue precisamente durante esa época cuando surgió el llamado oro verde, el henequén, que se convirtió en la salvación para la economía del Estado. Gracias a esa bonanza se da un auge de construcciones sumamente elaboradas, reflejo de la pujanza de la economía de esa época.

La traza urbana de la ciudad de Mérida era rectangular, no tenía avenidas y, hasta 1832, la capital yucateca sólo contaba con cuatro paseos que servían como sitios de reunión y tertulia.

La Alameda o Paseo de las Bonitas (Figura 1), El Camposanto, La Cruz de Gálvez y el Limonar (Tomási, 1956).

La Alameda o Paseo de las Bonitas (Figura 1), El Camposanto, La Cruz de Gálvez y el Limonar (Tomási, 1951).

Es durante el Gobierno del Gral. Guillermo Palomino (1886-1889) cuando surge la idea de continuar la urbanización de la capital yucateca

aprovechando el desarrollo económico, propiciado por el auge del henequén. El proyecto para construir el "Paseo de Montejo" nace en enero de 1888, a iniciativa de un grupo de hacendados, industriales y comerciantes de la época, que consideraron necesario modernizar a la Mérida de las postrimerías del siglo XIX (Tomási, 1951).



Figura 1. Vista de la plaza principal.

Hacia los cuatro puntos cardinales de la plaza, la población quedaría dividida finalmente en cuatro secciones con sus barrios, mismos que además contaban con sus santos patronos, de tal forma que al sur queda San Sebastián, al poniente Santiago y Santa Catarina (hoy parque Centenario), al oriente San Cristóbal y al norte Santa Lucía y Santa Ana. Prácticamente esta disposición determinaba de forma muy clara los barrios considerados de "extramuros" para los habitantes indígenas, mientras que el centro de la ciudad se reservaba para los colonos españoles (Tomási, 1951).

Al terminar el siglo XIX, Yucatán luchaba por recuperarse de las pérdidas humanas y materiales sufridas durante la "Guerra de castas", y fue precisamente durante esa época cuando surgió el llamado oro verde, el henequén, que se convirtió en la salvación para la economía del Estado. Gracias a esa bonanza se da un auge de construcciones sumamente elaboradas, reflejo de la pujanza de la economía de esa época.

La traza urbana de la ciudad de Mérida era rectangular, no tenía avenidas y, hasta 1832, la capital

yucateca sólo contaba con cuatro paseos que servían como sitios de reunión y tertulia.

La Alameda o Paseo de las Bonitas, El Camposanto, La Cruz de Gálvez y el Limonar (Tomási, 1951).

Es durante el Gobierno del Gral. Guillermo Palomino (1886-1889) cuando surge la idea de continuar la urbanización de la capital yucateca aprovechando el desarrollo económico, propiciado por el auge del henequén. El proyecto para construir el "Paseo de Montejo" nace en enero de 1888, a iniciativa de un grupo de hacendados, industriales y comerciantes de la época, que consideraron necesario modernizar a la Mérida de las postrimerías del siglo XIX (Tomási, 1951).

Luego de varias reuniones, al parecer celebradas en la sede del Instituto Literario-antecesor de la actual Universidad Autónoma de Yucatán.- los integrantes de la comisión para la construcción del paseo eligieron el sitio idóneo: "La calle paralela a la Plaza de Santa Ana que corre de Sur a Norte hasta la casaquinta del señor Don Eusebio Escalante, situada

en el confín Norte de esta ciudad". La proyección de la nueva avenida meridana dio nueva fisonomía urbana a la ciudad (Tomási, 1951).

Esta amplia avenida fue construida en homenaje al fundador de la ciudad de Mérida, Francisco de Montejo y León (Figura 2). En 1904, fue inaugurado parcialmente y en 1906 se colocó la primera estatua, en honor a Justo Sierra O'Reilly, que marcaba el final de la Avenida. En 1925 se levantó la

estatua de Felipe Carrillo Puerto (Figura 5). En 1916, se intentó prolongar el Paseo hacia el Sur, para unirlo con la zona comercial de la ciudad. Sin embargo, sólo se pudo desalojar una manzana contigua al inicio de esa Avenida (el 5 de enero de 1995 se inauguró en ese lote) "El Remate", (Figura 3). Desde entonces ha tenido diversas ampliaciones: En 1926, se le aumentaron 371.13 m y llegó hasta donde ahora se encuentra el Monumento a la Patria (Figura 4), Tomás (1951).



Figura 2. Vista de cómo lucía el Paseo de Montejo, hace más de tres cuartos de siglo



Figura3. Vista actual del "Remate" del Paseo de Montejo

En 1979 se inició la construcción de otra etapa del Paseo conocida después como “Prolongación de Montejo”. Comenzó en la calle 21 de la Colonia México y llegó hasta las puertas del Club Campestre, sobre lo que entonces se llamaba la “nueva carretera” a Progreso (Figuras 6 y 7).

El inicio de la Prolongación de Montejo (6 de agosto de 1979) coincidió con la remodelación del Paseo desde la calle 47 hasta el Monumento a la Patria (Figura 4).

- 1 Torre Banorte
- 2 Monumento a la Patria
- 3 Casa De Regil
- 4 Monumento a Justo Sierra
- 5 Casa Medina
- 6 Monumento a Felipe Carrillo Puerto
- 7 Casas Cámara
- 8 Museo de Antropología e Historia
- 9 Remate

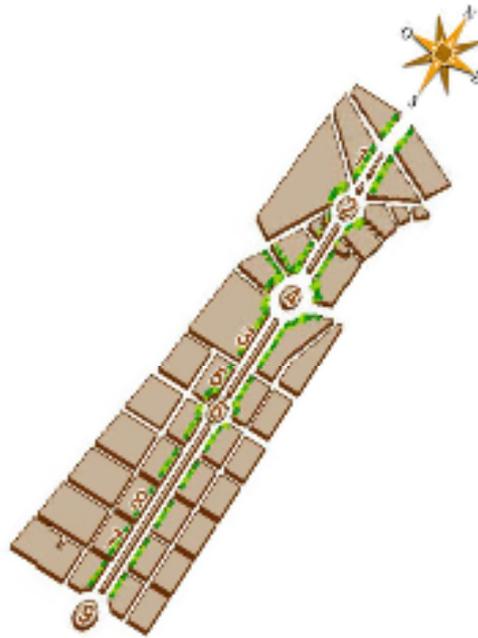


Figura 4. Vista general en planta del Paseo de Montejo desde el “Remate” hasta el “Monumento a la Patria”



Figura 5. Monumento a Felipe Carrillo Puerto.



**Figura 6. Vista de antaño de cómo lucía las banquetas del Paseo de Montejo**

La avenida Paseo de Montejo es en la actualidad una de las principales arterias en lo que a flujo vehicular se refiere ya que un gran número de automotores circulan diariamente por ella. En la Figura 8 se ilustra un detalle de la canalización de estos flujos.

En cooperación con la Subdirección de Transporte y Vialidad de la Dirección de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Mérida, así como



**Figura 7. Vista actual de cómo lucen las banquetas del Paseo de Montejo**

con la Dirección de Servicios Técnicos Viales, Señalamientos y Semáforos de la Subsecretaría de Vialidad de la Secretaría de Protección y Vialidad del Gobierno del Estado de Yucatán, la Facultad de Ingeniería por medio del Cuerpo Académico de Geotecnia y Vías Terrestres realizó un aforo vehicular con la finalidad de obtener una muestra de las velocidades y del número de vehículos que transitan por una sección, frente a la agencia Ford, de esta tan importante vía de comunicación.



1. Fuente: [www.thematrix.sureste.com/cityview/merida1/ciudad/pmontejo.htm](http://www.thematrix.sureste.com/cityview/merida1/ciudad/pmontejo.htm)

**Figura 8. Monumento a Justo Sierra O' Reilly.**

### METODOLOGÍA

La medición del tráfico vehicular se realizó mediante un equipo denominado ADR-1000 (Figura 9) que tiene un programa que mide el número de vehículos, la velocidad, el tiempo de cruce; y en el cual va conectado un sistema de cables que son los que se colocan sobre el pavimento para el conteo vehicular.

Antes de realizar la prueba se programó el sistema de medición del ADR-1000, ya que estas mediciones pueden ser para uno o dos sentidos, en este caso sólo se realizó la medición en uno solo (de Norte a Sur). En las Figuras 10 y 11, se muestran el tipo de matriz que se tomó para la medición vehicular y el punto donde se realizó el estudio, respectivamente. En la Figura 12 se muestran las actividades desarrolladas para realizar las mediciones.

En el presente estudio se midió el volumen y la velocidad vehicular; los tubos de medición (sensores

piezoeléctricos) se colocaron en el pavimento a una distancia de 4.88 m y se fijaron en el mismo mediante unas fajas de cuero clavadas sobre el pavimento como se observa en la Figura 13.

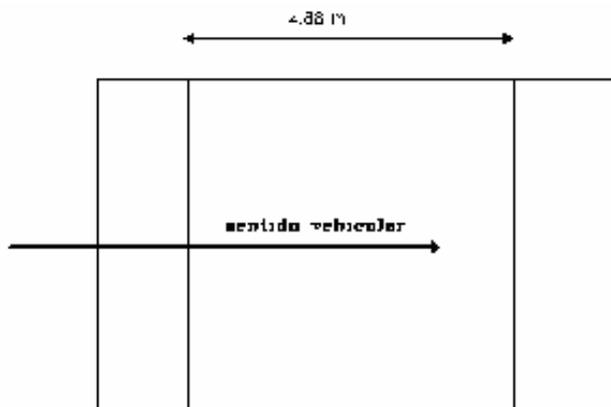
### RESULTADOS

A continuación se presentan los principales parámetros estadísticos obtenidos del estudio realizado con el equipo de medición ADR – 1000, los cuales describen las características de la distribución de velocidades de punto de un flujo vehicular.

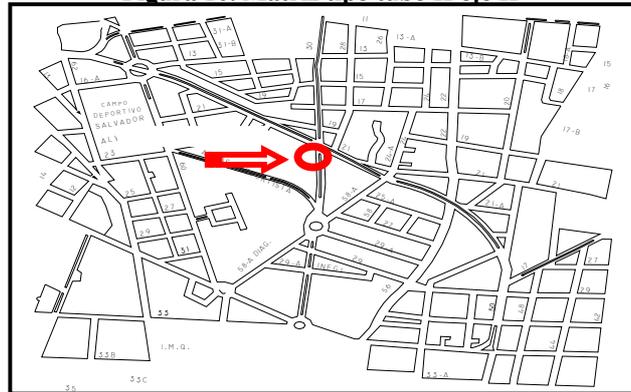
En la Figura 14, se ilustra el rango de las velocidades obtenidas para toda la muestra que se realizó considerando toda la mezcla vehicular. En la Figura 15, se muestra la distribución de velocidades para una muestra del tráfico vehicular tomada de 9:25 a 9:30 de la mañana en el punto de referencia



Figura 9. Equipo de medición ADR - 1000



**Figura 10. Matriz tipo tubo II eje II**



**Figura 11. Lugar físico donde se realizaron los aforos en diferentes horarios**



**Figura 12. Medición para la separación de los sensores piezoeléctricos**

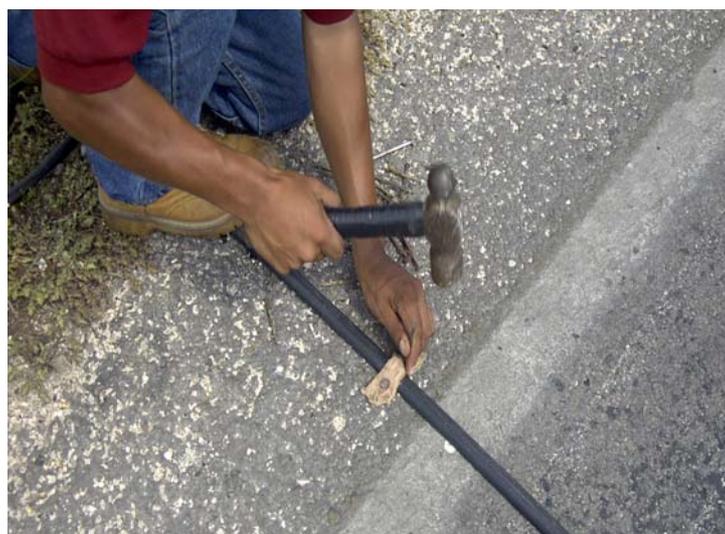


Figura 13. Colocación y sujeción de los sensores piezoeléctricos o tubos

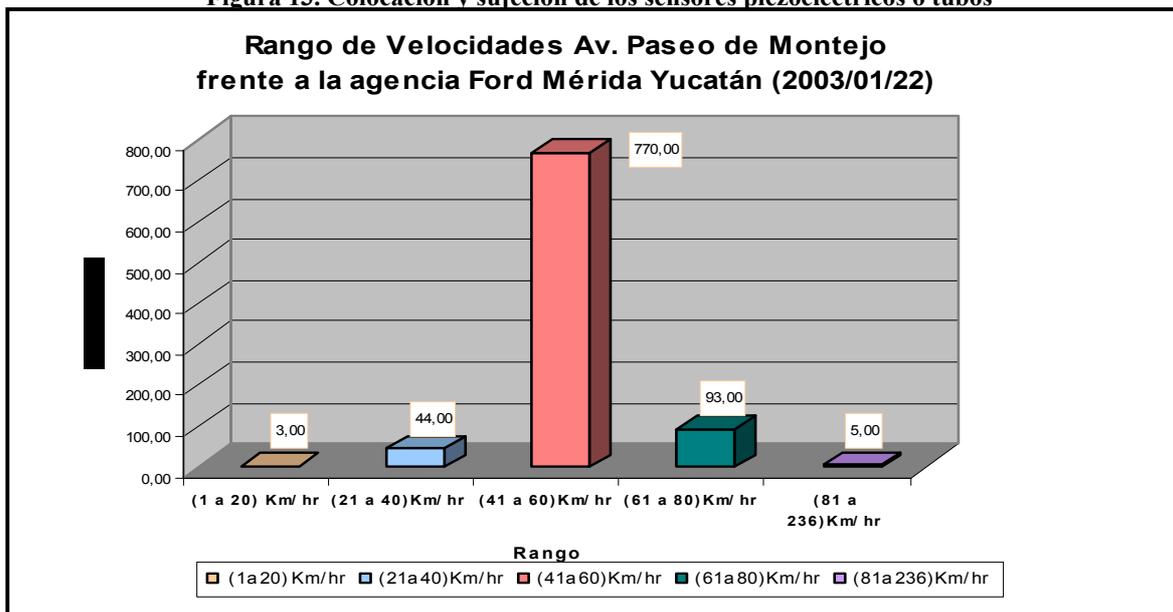


Figura 14. Rango de velocidades en la Av. del Paseo de Montejo.

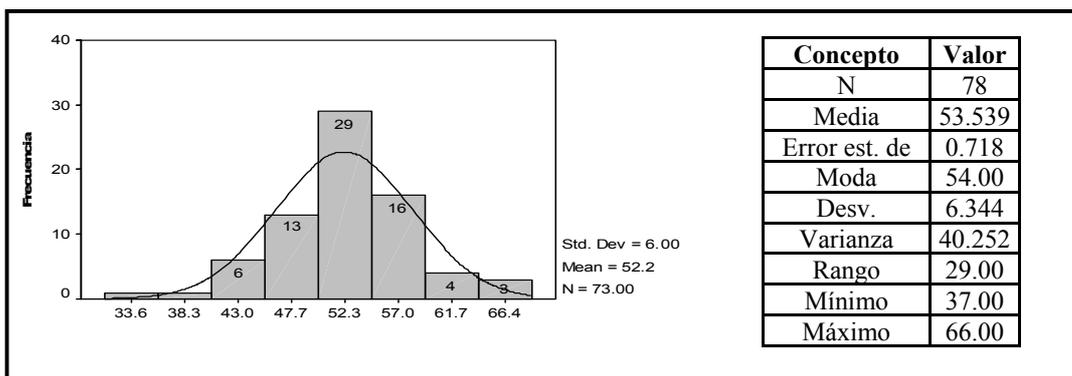


Figura 15. Distribución de velocidades en km/h de 9:25 a 9:30, sentido norte-sur

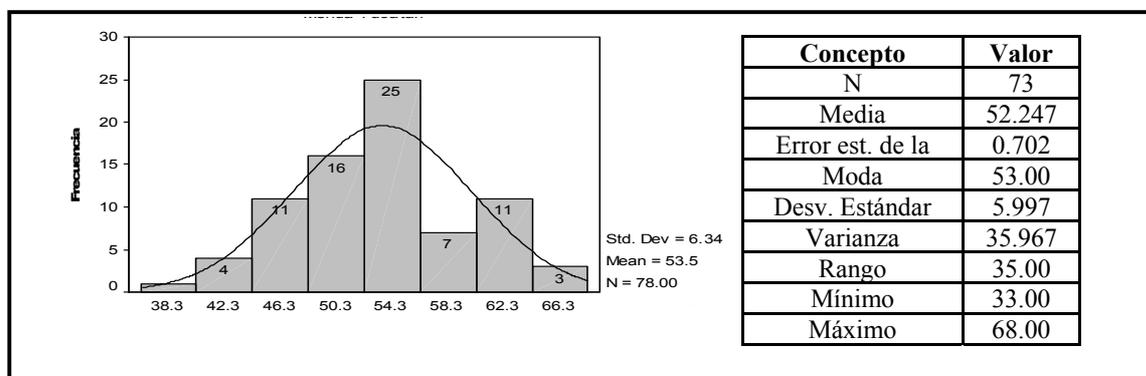


Figura 16. Distribución de velocidades en km/h de 11:00 a 11:05, sentido Norte-Sur

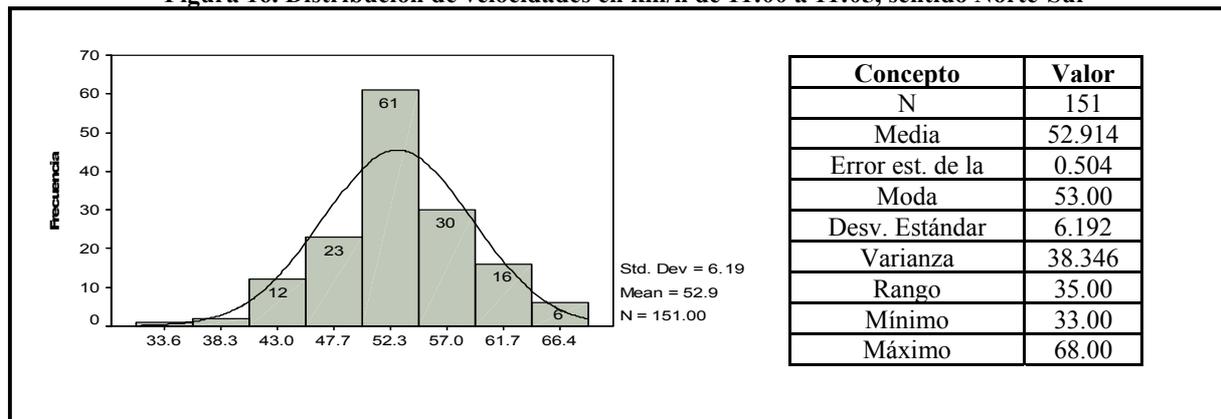


Figura 17. Distribución de las velocidades considerando los datos anteriores

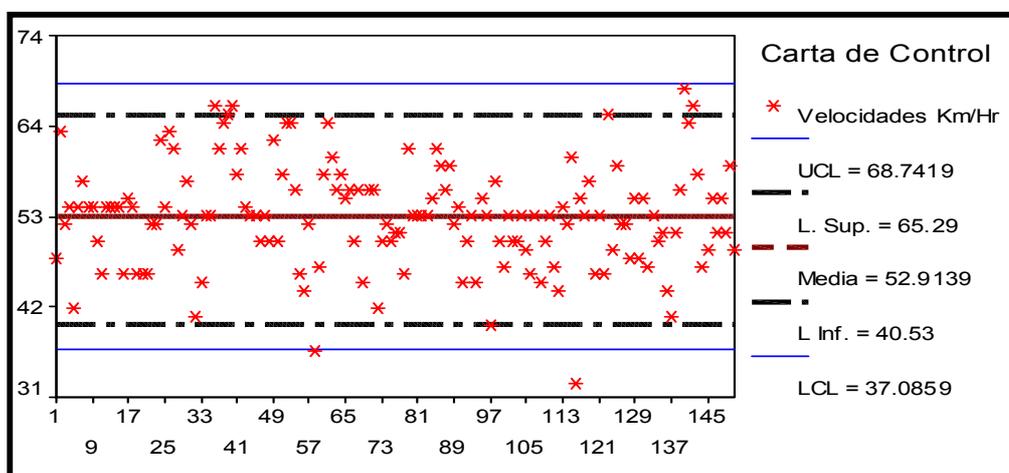
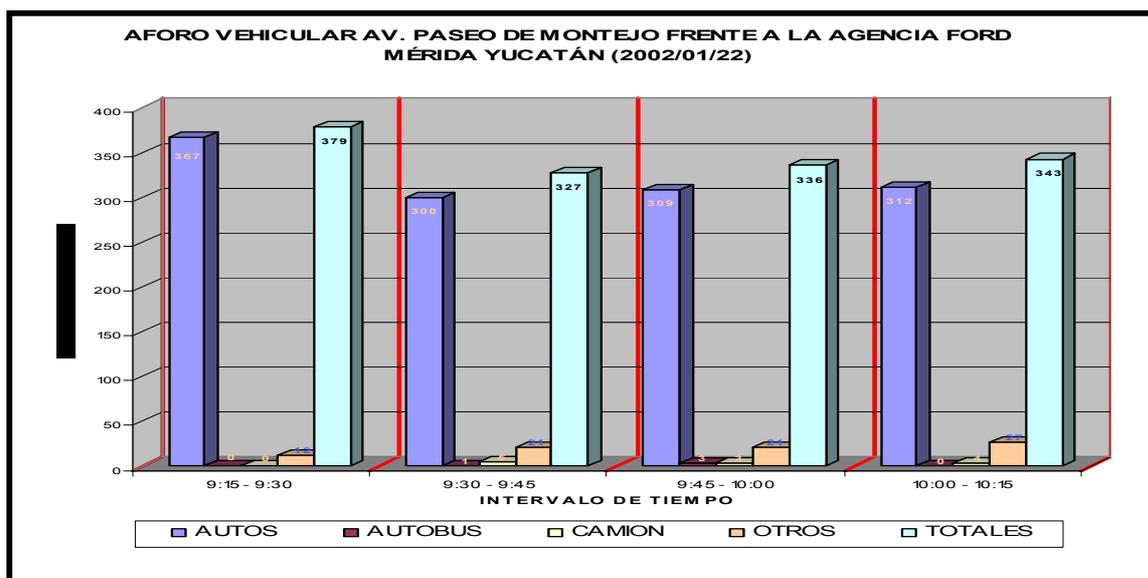


Figura 18. Carta de control considerando los datos anteriores.



### Figura 19. Volúmenes de tránsito en el flujo vial

En la Figura 16, se muestra la distribución de velocidades para otra muestra del tráfico vehicular tomada de 11:00 a 11:05 de la mañana en el mismo punto de referencia

En la Figura 17, se ilustra la distribución de velocidades para ambas muestra del tráfico vehicular tomada de 9:25 a 9:30 y 11:00 a 11:05 de la mañana en el mismo punto de referencia

En la carta de control que se ilustra en la Figura 18, se observan la variación de las diferentes velocidades respecto a los límites de velocidad de control del tránsito así como la media.

Los volúmenes de tráfico mixto se presentan en la Figura 19, en la que se pueden apreciar las diferentes cantidades de su composición.

## DISCUSIÓN

En trabajos de Ingeniería de tránsito el equipo ADR – 1000 permite disponer de información en la mayoría de las vialidades, en lo referente a estudios de velocidades y volúmenes de tránsito a través de diferentes periodos de tiempo, como pueden ser años, meses, días, horas, etc.

Por lo tanto, es recomendable contar con estaciones maestras de aforo permanente o periódico, que permitan determinar factores de expansión y ajuste aplicables a otros lugares que tengan comportamientos similares y en los cuales se efectuaría la medición de aforos en periodos cortos.

Los aforos continuos proporcionan información muy importante con respecto a los patrones de variación horaria, diaria, periódica o anual del volumen de tránsito. El tránsito tiende a tener variaciones cíclicas predecibles, por lo que a través de una clasificación adecuada de las vialidades y los aforos, es posible establecer el patrón básico de variación del volumen de tránsito, para cada tipo de avenida o calle. Más aún, si bien los valores de los volúmenes específicos para determinados periodos (minutos, horas, días, etc.) pueden llegar a ser bastante diferentes de un lugar a otro, su proporción en el tiempo con respecto a los totales promedios, es en muchos casos, constante o consistente. Estas propiedades, son las que sustentan el uso de factores de expansión y ajuste de estimación de volúmenes para otros lugares y otros periodos.

Aunado a los volúmenes, está el estudio de las velocidades; que es otro indicador para medir la eficiencia de un sistema vial. Desde este punto de vista, para medir la calidad del movimiento del tránsito se utilizan la velocidad de punto, en sus 2 componentes media temporal y media espacial; velocidades de recorrido y de marcha.

Estos estudios de velocidad de punto están diseñados para medir las características de la velocidad en un lugar específico, bajo condiciones prevalecientes del tránsito y del estado del tiempo en el momento de llevar a cabo el estudio, tales como:

- \* Tendencias de velocidad
- \* Lugares con problemas de velocidad
- \* Planeación de la operación del tránsito, regulación y control

Dentro de la operación del tránsito, una distribución de velocidades es usada para:

- \* Establecer límites de velocidad
- \* Determinar las velocidades seguras para curvas horizontales y aproximaciones a intersecciones
- \* Proveer información relativa sobre cuál debe ser el lugar apropiado para ubicar las señales de tránsito
- \* Localizar y definir tiempos de semáforos
- \* Analizar zonas de protección en escuelas

Además la estadística descriptiva y la inferencia estadística deben de ser utilizadas en el análisis de los datos de velocidad de punto, debido a la incertidumbre que existe en la caracterización de la población a partir de variables basadas en una muestra, y debido a que no todos los vehículos en la corriente de tránsito viajan a la misma velocidad, sino por el contrario siguen una distribución de velocidades dentro de un amplio intervalo de comparación.

Así de acuerdo a lo anteriormente planteado se puede decir que la media de las velocidades aforadas en la avenida Paseo de Montejo a la hora del estudio de acuerdo al gráfico No. 5, está dentro de los límites de 68.74 y 40.53 km/h

También el estudio reportó según el gráfico No. 1, que para todo el tiempo del aforo 770 vehículos, que representa el 84% (de un total 915 vehículos) transitaron dentro de un rango de velocidades de 41 a 60 km/h.

En los gráficos 2, 3 y 4 se puede observar la distribución de las velocidades de acuerdo a sus frecuencias para los intervalos de tiempos considerados, los cuales se apegan a la distribución normal.

En la Figura 19, se ilustran los porcentajes de autos, autobuses, camiones y otros (Motos y Bicicletas) que transitaron por este punto de estudio a la hora del aforo; así por ejemplo para el intervalo de 9:30 - 9:45 de un total de 327 vehículos el 92 % fueron automóviles, 0.5 % autobuses, el 2 % camiones y 5.5 % otros vehículos.

Finalmente los límites máximos y mínimos de las velocidades que se obtuvieron fueron de 68 y 33 km/h respectivamente, de acuerdo a las muestras de velocidades de punto analizadas las cuales se ilustran en el gráfico No. 4.

### **REFERENCIAS**

2. [www.thematrix.sureste.com/cityview/merida1/ciudad/pmontejo.htm](http://www.thematrix.sureste.com/cityview/merida1/ciudad/pmontejo.htm)
3. Tomassi. L. (1951), "El Paseo de Montejo", [www.yucatan.com.mx/especiales/montejo/\\_tomassi.asp](http://www.yucatan.com.mx/especiales/montejo/_tomassi.asp).