

## 1. INTRODUCCIÓN

Como sabemos el Estudio de la Circulación en una Vía o en una Red Vial tiene como objetivo fundamental conocer el comportamiento del Tráfico, sus generalidades y sus complejidades. El conocimiento del comportamiento del Tráfico en una Vía nos permite:

- Evaluar su estado Actual
- Predecir Situaciones Futuras que pudieran presentarse en la Circulación de los Vehículos tales como posibles problemas por congestionamiento, bajo nivel de servicio, etc.

Todo esto encaminado a mejorar si fuere el caso las actuales condiciones de circulación en la vía de análisis; o, prevenir y evitar futuros problemas que pudieran presentarse y que afectarían el nivel de servicio de la misma.

Dentro de los Estudios de Tráfico, están los estudios de Velocidad y Flujo de Tráfico, estos nos proporcionan Medidas a cerca de la funcionabilidad de una vía o de un tramo de la misma.

**La Velocidad** se define como la distancia recorrida por un Vehículo en una unidad de tiempo.

La velocidad en un tramo de carretera varía mucho de unos vehículos a otros. Incluso cuando se estudia la velocidad de un solo vehículo, se ve que esta no permanece constante aún cuando el conductor procure mantener una velocidad fija.

Dada la variabilidad de la velocidad como la describimos anteriormente será más práctico estudiar valores medios de la velocidad que seguir con detalle la evolución de los distintos vehículos que circulan por un tramo.

Se han desarrollado algunas medidas de velocidad, con el fin de facilitar el análisis del tráfico y permitirnos una mejor comprensión del mismo, entre ellas están:

**Velocidad de Punto** es la velocidad de un vehículo en un punto o instante determinado.

**Velocidad de Viaje** es la distancia recorrida para el tiempo de viaje. En donde el Tiempo de Viaje es el Tiempo utilizado por el Vehículo entre 2 puntos, este incluye el tiempo de paradas.

**Velocidad de Recorrido** es la distancia recorrida por un vehículo para el tiempo de recorrido, en donde el tiempo de recorrido es el tiempo empleado por el vehículo entre 2 puntos solo cuando esta en movimiento, es decir sin paradas.

**El Estudio de las Velocidades** que desarrollan los vehículos en una carretera o vía permite apreciar el mejor o peor funcionamiento de la circulación. Por ello

las medidas de velocidad y de tiempos de recorrido resultan imprescindibles en los estudios de planeamiento de una red viaria y cuando se desea conocer la calidad del servicio de la misma, teniendo en cuenta la demanda que soporta.

Existen varios procedimientos para medir la velocidad de los vehículos en un tramo de vía, entre los más importantes están:

***Para Medir la Velocidad de Punto:***

- Método de los 2 Observadores
- Método del Enoscopio
- Metro Venner
- Radar (Pistola de Radar)
- Tiempo Lapso de Fotografía y vides

***Para Medir Tiempos y Velocidades de Viaje:***

- Observador elevado
- Vehículo flotante
- Método del observador moviéndose
- Método de numeración y registro

**El Flujo** se define como el número de vehículos pasando por un punto de la vía en una unidad de tiempo. Si el tiempo de medida de esta magnitud es corto se la denomina de la misma forma (**Flujo**) y si es largo se la llama **Volumen**.

**El Estudio del Flujo** nos proporciona una descripción muy intuitiva del comportamiento del tráfico en cada momento y además nos permite clasificar las distintas vías de acuerdo a su magnitud, el flujo constituye el dato básico para la realización de cualquier estudio de planeamiento y explotación de redes viarias.

***Para Medir Flujo o Volumen de Tráfico:***

- Conteos manuales
- Conteos automáticos
  - Contador automático
  - Lazo inductivo
  - Censores aéreos
  - Cámaras filmadoras o fotográficas

El presente informe reúne datos relacionados con el análisis de velocidad y flujo empleándose el método del observador moviéndose en la Av. 12 de Abril entre Av. Solano y Loja.

## 2. ANTECEDENTES

El desarrollo del automóvil tiene una historia de evolución referida a cada una de sus partes, como son: motor, chasis, carrocería, neumáticos, etc. Este desarrollo está relacionado directamente con la aparición y crecimiento de los problemas de circulación en las vías, ya que al aumentar el número de vehículos que transitaban por las vías del mundo y cada vez mejor equipados, con mejores motores, de mayor potencia y que les permitían transitar con mayor velocidad, comenzaron los congestionamientos, accidentes, y una serie de problemas de tráfico.

El primer paso en el desarrollo tecnológico de los vehículos fueron los vehículos propulsados a vapor. Se cree que los intentos iniciales de producirlos se llevaron a cabo en China, a fines del siglo XVII, pero los registros documentales más antiguos sobre el uso de esta fuerza motriz datan de 1769, cuando el escritor e inventor francés Nicholas-Joseph Cugnot presentó el primer vehículo propulsado a vapor. Era un triciclo de unas 4,5 toneladas, con ruedas de madera y llantas de hierro, cuyo motor estaba montado sobre los cigüeñales de las ruedas de un carro para transportar cañones. Su prototipo se estrelló y una segunda máquina quedó destruida en 1771, pero la idea sería retomada y desarrollada en Inglaterra en los años siguientes.

Hasta 1840, se construyeron en este país más de 40 coches y tractores propulsados a vapor. Por 1836, incluso, circulaban regularmente unas 9 diligencias a vapor, capaces de transportar cada una entre 10 y 20 pasajeros a unos 24 Km. /h.

La búsqueda se concentraba en alguna forma más práctica de mover los coches autopropulsados. Y la solución apareció nuevamente en Europa en 1860, cuando el belga Etienne Lenoir patentó en Francia el primer motor a explosión capaz de ser usado sobre ideas aparecidas en Inglaterra a fines del siglo XVIII. El camino estaba trazado, pero habrían de pasar otros seis años hasta que el alemán Gottlieb Daimler construyera en 1866 el primer automóvil propulsado por un motor de combustión interna. Su prototipo era un gigante de casi dos toneladas de peso que fue presentado en la Exposición de París de 1867 por su patrón, el industrial alemán Nicholas Otto. Fue la base de la nueva industria.

Tras años de trabajo, el mismo Daimler ideó una variante de apenas 41 Kg. que sería el precursor de todos los motores posteriores a explosión. Sobre esta planta motriz el ingeniero mecánico Karl Benz (1844-1929) diseñó el primer vehículo utilizable impulsado por un motor de combustión interna; era un pequeño triciclo que empezó a funcionar a principios de 1885 y fue patentado el 26 de enero de 1886. El mismo Benz presentó un primer automóvil de cuatro ruedas con su marca en 1893 y construyó un coche de carrera en 1899. Pero si bien su empresa había sido pionera, a principios del nuevo siglo había quedado algo relegada por negarse a incorporar los adelantos más modernos logrados por otros precursores, como Daimler y su socio, Wilhelm Maybach. Todo lo cual hizo que en 1926 se fusionara con la

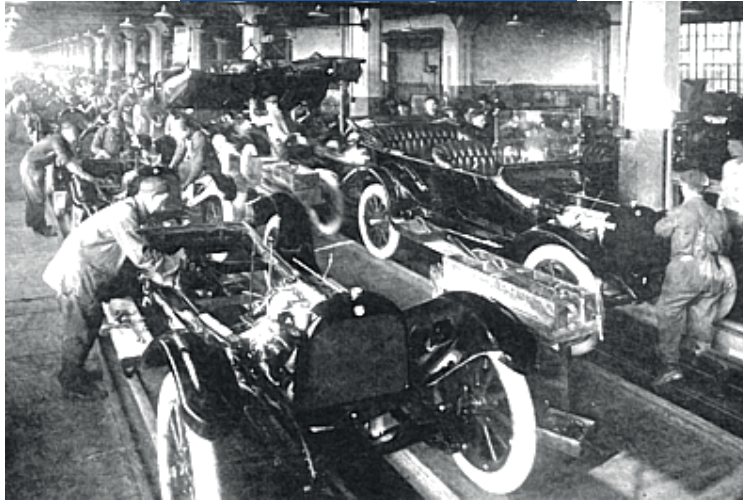
Daimler Motoren Gesellschaft para integrar la Daimler-Benz, que sería la predecesora de la famosísima Mercedes Benz.



### **Primer Automóvil Mercedes Benz 1893**

Con los primeros años del siglo XIX se agudiza la competencia entre las nacientes fábricas y también la preocupación por mejorar los diferentes sistemas del automóvil, como frenos, amortiguadores, carburación, transmisión y arranques. La rueda inflable había sido inventada en 1875 por el escocés Robert W. Thompson, pero ya la había mejorado un veterinario compatriota suyo, John Boyd Dunlop, quien en 1888 patentó un neumático que pasa a utilizarse en automóviles y bicicletas. En 1897 y luego de años de esfuerzos, Robert Bosch consiguió desarrollar un magneto de encendido de aplicación práctica y casi simultáneamente comenzó a funcionar el motor de autoencendido de Rudolf Diesel, que no requería de un sistema eléctrico de ignición. De paso, digamos que el combustible para los motores comunes no era problema, porque otro alemán, el profesor de química Eilhard Mitscherlich había descubierto la bencina en 1833, con lo cual ya estaba disponible el hidrocarburo líquido que pasó a llamarse nafta por derivación de un vocablo ruso: naphta.

Era una época prolífica para el automóvil. En las postrimerías del siglo XIX, un joven francés llamado Louis Renault armó su primer auto en un taller instalado en los fondos de la casa de sus padres. En 1892, el norteamericano Henry Ford armó su primera máquina rodante con motor a nafta y en 1908 lanzó el Ford T, pero su nombre acapararía la fama sólo cuando a partir de 1913 disminuyó significativamente los costos al instalar en su fábrica de Highland Park la primera cadena de montaje, denominada así porque realmente consistía en una cadena metálica que se enganchaba en el chasis. Ford vendió 15.000.000 de unidades de su Ford T entre 1908 y 1928 y su marca sólo sería batida en 1972 por otro popular automóvil, el Escarabajo de Volkswagen.



### **Fabrica de Henry Ford 1908**

Junto a Renault y Ford, sin embargo, habría que nombrar también a otros pioneros que forjaron la historia del automóvil. Por ejemplo, el aristócrata y corredor de carreras Charles Stuart Rolís, Ettore Bugatti, Ferdinand Porsche, Armand Peugeot, André Citroën, Ferruccio Lamborghini, Enzo Ferrari. Con ellos y quienes los siguieron fue construyéndose la era del auto moderno, ése que todavía hoy, más o menos aerodinámico, vemos andando por la calle.

Es así que la Ingeniería del Tráfico se ha concentrado en la solución de muchos de los problemas que ha traído esa alucinante evolución del automóvil y sus consecuencias tales como son los vehículos de mayor tamaño cada vez más veloces pero a su vez más numerosos.

### **3. OBJETIVOS**

Los objetivos de la práctica del observador moviéndose son:

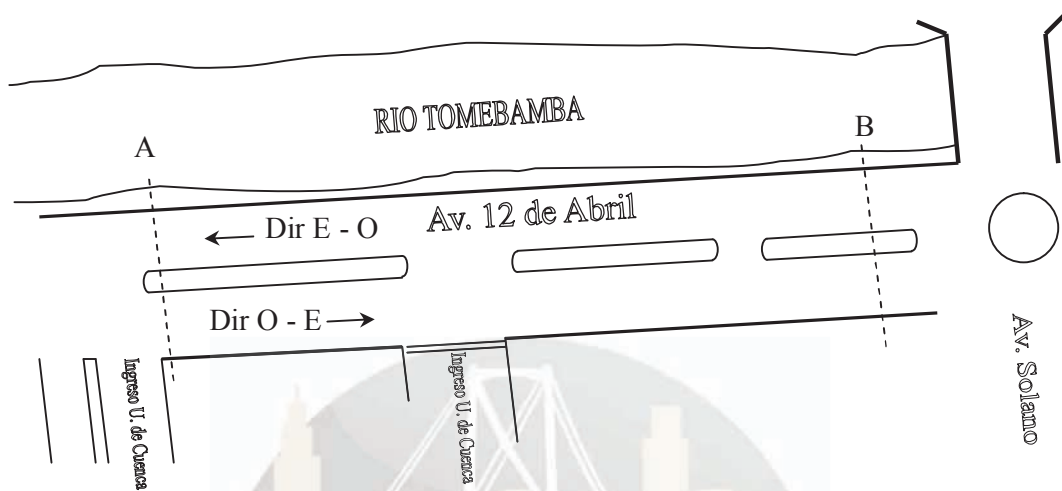
- Determinar el flujo vehicular en el tramo de estudio
- Determinar la velocidad en el tramo de estudio

### **4. METODOLOGÍA**

El método del observador moviéndose fue innovado por Wardrod en 1954 y aún continúa en vigencia. Este método es válido para volúmenes de tráfico de más de 250 veh/h.

#### 4.1 UBICACION

El conteo se realizó el día miércoles 19 de noviembre del 2003. La zona de análisis está ubicada en la Av. 12 de Abril entre Av. Fray Vicente Solano y Loja. La ubicación de ésta se presenta en el siguiente croquis:



#### 4.2. EQUIPO

El equipo básico para la realización de este método consta de:

- un vehículo
- hojas preimpresas para datos
- cronómetro con décimas de segundo
- lápiz
- tablero

#### 4.3. CRITERIOS PARA ESCOGER EL TRAMO DE ESTUDIO

Los criterios en los que se basa el método para escoger el tramo de estudio son:

- el tramo no debe ser demasiado corto
- debe ser uniforme en cuanto a sus características físicas (capa de rodadura, número de carriles, presencia de parterre, bordillos, veredas, estacionamientos)
- debe tener un tráfico uniforme, tanto en flujo como en composición
- el tramo debe ser de dos direcciones (doble vía)

#### 4.4. PROCESOS PARA APLICAR EL METODO

- La recolección de datos la realizan cuatro observadores.
- El vehículo recorre varias veces la sección de prueba. Es recomendable realizar 12 carreras en cada sentido (12 de ida y 12 de vuelta).
- El primer observador se encarga de conducir el vehículo prueba (V.P.).
- El segundo observador cuenta y clasifica los vehículos que le rebasan al vehículo prueba, así como los vehículos que son rebasados por el vehículo prueba. Así la diferencia de éstos:

y = rebasantes – rebasados

- El tercer observador cuenta y clasifica los vehículos que viajan en sentido contrario al vehículo prueba, llamando a este total conteo x.
- El cuarto observador toma el tiempo que le toma al vehículo prueba en cubrir cada tramo, y además anota la información proporcionada por los otros observadores.

#### 4.5. ECUACIONES DE CALCULO

La ecuación en la que se basa el método es:

$$q = \frac{x + y}{w + a}$$

donde:

q = flujo que se desea determinar en un sentido

x = número de vehículos contados cuando el V.P. viaja en sentido opuesto al flujo q

y = número neto de vehículos (rebasantes – rebasados) contados en la misma dirección que el flujo q

w = tiempo que le toma al V.P. en recorrer el tramo de prueba en la misma dirección que el flujo q

a = tiempo que le toma al V.P. en recorrer el tramo de prueba en la dirección opuesta que el flujo q

Así, si se toma un tramo de prueba AB obtenemos las siguientes ecuaciones de cálculo para las dos direcciones:

- Para el tramo en la dirección AB

$$q_{AB} = \frac{x_{BA} + y_{AB}}{w + a}$$

$$t_{AB} = w - \frac{y_{AB}}{q_{AB}}$$

$$v_{AB} = \frac{L}{t_{AB}}$$

donde:  $t_{AB}$  = tiempo promedio para recorrer el tramo de prueba  
 $L$  = longitud del tramo de prueba  
 $v_{AB}$  = velocidad en el tramo de estudio

- Para el tramo en la dirección BA

$$q_{BA} = \frac{x_{AB} + y_{BA}}{a + w}$$

$$t_{BA} = a - \frac{y_{BA}}{q_{BA}}$$

$$v_{BA} = \frac{L}{t_{BA}}$$

donde:  $t_{BA}$  = tiempo promedio para recorrer el tramo de prueba  
 $L$  = longitud del tramo de prueba  
 $v_{BA}$  = velocidad en el tramo de estudio

## 5. CALCULOS Y RESULTADOS

Los resultados del conteo y la clasificación de vehículos se resumen en las Tablas 1 y 2 para las direcciones Oeste-Este y Este-Oeste, respectivamente.

Cada una de las tablas contiene lo siguiente:

- Número de carreras realizadas en cada dirección
- Registro del tiempo empleado en cada una de las carreras (reducido a segundos)
- El conteo y clasificación del tráfico en la dirección opuesta al avance del vehículo de prueba para cada carrera
- El conteo y clasificación de los vehículos que rebasan al vehículo de prueba en cada carrera
- El conteo y clasificación de los vehículos que rebasados por el vehículo de prueba en cada carrera
- La clasificación de los vehículos se realiza de la siguiente manera:
  - livianos
  - buses

- camiones
- pesados (buses + camiones)
- Los totales de vehículos contados en cada carrera (pesados + livianos)



Los cálculos para obtener los flujos vehiculares, el tiempo de viaje y la velocidad de viaje se realizaron de acuerdo a la clasificación (livianos y pesados) y para el total de vehículos en las dos direcciones con las ecuaciones de cálculo expuestas en la metodología, y sus resultados se muestran a continuación:

### VEHÍCULOS LIVIANOS:

Calculando el número neto de vehículos livianos (rebasantes – rebasados) en la dirección oeste – este tenemos:

$$y_{W-E} = -1,08 \quad \text{vehículos}$$

Calculando el número neto de vehículos livianos (rebasantes – rebasados) en la dirección este - oeste tenemos:

$$y_{E-W} = -0,75 \quad \text{vehículos}$$

$$q_{W-E} = 0,16 \quad \text{veh/seg} \quad q_{W-E} = 565 \quad \text{veh/h}$$

$$t_{W-E} = 71,29 \quad \text{seg}$$

$$v_{W-E} = 0,01 \quad \text{Km/seg} \quad v_{W-E} = 24,06 \quad \text{Km/h}$$

$$q_{E-W} = 0,23 \quad \text{veh/seg} \quad q_{E-W} = 818 \quad \text{veh/h}$$

$$t_{E-W} = 44,53 \quad \text{seg}$$

$$v_{E-W} = 0,01 \quad \text{Km/seg} \quad v_{E-W} = 38,53 \quad \text{Km/h}$$

### VEHICULOS PESADOS:

$$y_{W-E} = -0,08$$

$$y_{E-W} = -0,08$$

$$q_{W-E} = 0,02 \text{ veh/seg} \quad q_{W-E} = 80 \text{ veh/h}$$

$$t_{W-E} = 68,16 \text{ seg}$$

$$v_{W-E} = 0,01 \text{ Km/seg} \quad v_{W-E} = 25,17 \text{ Km/h}$$

$$q_{E-W} = 0,02 \text{ veh/seg} \quad q_{E-W} = 85 \text{ veh/h}$$

$$t_{E-W} = 44,75 \text{ seg}$$

$$v_{E-W} = 0,01 \text{ Km/seg} \quad v_{E-W} = 38,34 \text{ Km/h}$$

**TOTAL DE VEHÍCULOS:**

$$y_{W-E} = -1,17$$

$$y_{E-W} = -0,83$$

$$q_{W-E} = 0,18 \text{ veh/seg} \quad q_{W-E} = 645 \text{ veh/h}$$

$$t_{W-E} = 70,91 \text{ seg}$$

$$v_{W-E} = 0,01 \text{ Km/seg} \quad v_{W-E} = 24,19 \text{ Km/h}$$

$$q_{E-W} = 0,25 \text{ veh/seg} \quad q_{E-W} = 903 \text{ veh/h}$$

$$t_{E-W} = 44,55 \text{ seg}$$

$$v_{E-W} = 0,01 \text{ Km/seg} \quad v_{E-W} = 38,51 \text{ Km/h}$$

## **6. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

1. Podemos citar que la ejecución de la práctica en la vía no fue muy compleja por lo que se tiene gran confiabilidad en la veracidad de los datos de campo
2. Se verificó que con 4 personas el proceso de recolección de datos no presenta mayor problema
3. Se pudo apreciar en una forma cualitativa y hacer una estimación de la velocidad con la que se puede transitar en la vía, para poder realizar comparaciones con los datos calculados y tener una marcada confianza de los resultados.
4. El tráfico en la vía estudiada esta congestionado en una forma considerable ya que se nota que los vehículos no pueden transitar con la velocidad libre y por consiguiente se da con regularidad problemas de embotellamientos principalmente en las intersecciones.
5. El diseño geométrico de la vía (ancho), y el porcentaje de pesados (buses principalmente) que la ocupan; son factores determinantes para que se dé la reducción de la velocidad y problemas para la fluidez del tráfico
6. La velocidad del tránsito varía con el tiempo, la práctica no duró mucho tiempo pero se observó que la velocidad de los vehículos disminuyó conforme se daba picos en la curva flujo – tiempo.
7. De los resultados obtenidos y de observación en la vía se notó que existe una mayor facilidad de traficar en la dirección este – oeste, ya que en esta dirección se observó y calculó mayor velocidad y flujo.

### **6.2. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda una concientización a los usuarios para que respeten las señales de tránsito que existen en la vía, las que deben ser optimizadas en su funcionamiento, por ejemplo dar una mejor e inteligente sincronización de los semáforos.
2. Una concientización a los peatones usuarios del transporte público, para que usen las paradas de buses señaladas ayudaría a eliminar accidentes y demoras en le tráfico de la vía.

3. Eliminar si es posible en su totalidad el parqueo en la vía lo cual ayudaría considerablemente a la eficiencia del tráfico, al tener más espacio se elimina los embotellamientos, las demoras y el estrés de los conductores.

