



**Propuesta para un estimador
del tránsito promedio diario**

Propuesta para un estimador del tránsito promedio diario

Juan Delgado
Profesor Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia

El tránsito diario (anual) es una variable aleatoria determinada por una unidad de tiempo fijo. Esta unidad de tiempo es el día, lo cual implica realizar los conteos de vehículos durante las 24 horas diarias. Así cada día representa una unidad de observación, esto es, que para obtener un promedio de tránsito diario, habría que realizar los conteos durante todos los días del año. Sin embargo, por razones prácticas y económicas se han desarrollado métodos que permiten obtener estimadores de este promedio mediante muestras representativas.

El tránsito diario presenta variabilidad respecto a días laborables, sábados y domingos, lo cual exige la utilización de factores de transformación que introduzcan el efecto de los sábados y domingos; este efecto es tenido en cuenta por los coeficientes de expansión.

Se presentan también variaciones por semanas, por meses o por períodos de tiempo que contengan por ejemplo períodos de vacaciones, épocas de cosechas, épocas de ferias, épocas de lluvias, etc. Esto sugiere subdividir los 365 días del año en períodos de tiempo que presenten un comportamiento de volúmenes de tránsito más o menos homogéneo, los cuales podrían ser tratados como estratos, y buscar que cada grupo tenga su ponderación adecuada en el cálculo del estimador del tránsito promedio diario (anual), además de tener en cuenta su variabilidad interna.

Pero esta técnica demanda también demasiado tiempo y ocasiona un altísimo costo, lo cual la hace impráctica.

Por tanto, se propone realizar las mediciones durante los días consecutivos sábado, domingo, lunes y martes de una semana "normal" (se puede considerar 4, 5, 6 ó hasta los 7 días de la semana, dependiendo obviamente de la disponibilidad económica) y cada medición se hará durante 4, 6 ó hasta 8 horas por día, constituyéndose en la proporción del tránsito diario, mediante la cual se obtiene el estimador del tránsito promedio diario.

El período de tiempo para las mediciones se hará en las horas de mayor tráfico, lo que garantiza observar un mayor volumen de tráfico y por tanto, obtener una mayor proporción; esto permite determinar también la hora pico.

Para realizar este método es necesario conocer la distribución horaria del volumen de tráfico. Información obtenida de los conteos manuales del volumen de tránsito realizado por el Ministerio de Obras Públicas y Transposte (MOPT) durante la semana del 18 al 24 de febrero de 1987 en las carreteras de Antioquia, y teniendo en cuenta también las distribuciones horarias de accidentalidad del informe final del "estudio de accidentalidad en vías troncales de los Departamentos de Antioquia y Córdoba", validada por la hipótesis "el número de accidentes es directamente proporcional al volumen de tránsito".

Ambas distribuciones horarias, muestran el mayor volumen entre las 12 meridiano y las 7 de la noche. Se definió realizar los conteos de cuatro horas entre las 2 pm y las 6 pm.

Se encontró por ejemplo en el tramo los Llanos-Yarumal de la vía Medellín-Caucasia la siguiente situación:

De los conteos manuales del MOPT se obtuvo:

Total de vehículos durante los siete días en las 24 horas observadas: 10.720.

Total de vehículos durante los siete días en las 4 horas observadas de 2 pm a 6 pm: 2.789. Luego la proporción del volumen de vehículos en el período de 4 horas respecto a las 24 horas diarias es:

$$Pr = \frac{2.789}{10.720} = 0,260167$$

Por otra parte, el promedio (de dos mediciones) de vehículos observados en los períodos de cuatro horas, realizado por el Ceset (Centro de Servicios Técnicos de la Universidad de Antioquia) en abril del mismo año para días entre semana, fue 313 vehículos. Entonces el tránsito promedio diario estimado TPD_1 , es

$$TPD_1 = \frac{313}{0,2602} = 1.203$$

De la información del MOPT se encontró que el tránsito promedio diario semanal TPDS es: $TPDS = 1.531$, con una variabilidad de 218.64 vehículos, lo que permite encontrar el intervalo de confianza para observaciones $(TPDS) \pm 3\delta (TPDS) : (876, 2.187)$ para la comprobación de este estimador.

Como $TPD_1 = 1.203$ es un valor que cae dentro del intervalo y además está cercano al $TPDS = 1.531$, se puede validar el $TPD_1 = 1.203$ como un estimador del tránsito promedio diario en el tramo los Llanos-Yarumal.

Ahora la teoría de tráfico², sugiere para conteos de días entre semana, como los anteriores, afectar ese promedio por un factor de expansión F que tenga en cuenta el efecto de los días sábado y domingo sobre el cálculo del estimador.

De los conteos del MOPT se obtuvo la siguiente información para el tramo en estudio:

Día	Volumen de tránsito
Lunes	1.163
Martes	1.330
Miércoles	1.521
Jueves	1.626
Viernes	1.785
Total	7.425
Sábado	1.719
Domingo	1.576

$$K: \text{Volumen promedio días entre semana} = \frac{7.425}{5} = 1.485$$

Ls: Volumen de tránsito del sábado: 1.719

Ld: Volumen de tránsito del domingo: 1.576

$$\text{Luego } M_s = \frac{L_s}{K} = \frac{1.719}{1.485} = 1,15757$$

$$M_d = \frac{L_d}{K} = \frac{1.576}{1.485} = 1,06128$$

$$M = M_s + M_d = 1,15757 + 1,06128 = 2,21885$$

$$F = \frac{5 + M}{7} = \frac{5 + 2,21885}{7} = 1,031265$$

$F = 1,031265$ que es el factor de expansión

entonces se multiplica el estimador obtenido por conteos de días entre semana, por el factor de expansión F , como sigue:

$$TPD_1 \times F = 1.203 \times 1,031265 = 1241$$

valor que se acerca un poco más al $TPDS = 1531$, es decir que en este caso mejora el estimador.

Sin embargo, otro conteo realizado en octubre del mismo año, tomado del informe "Análisis del tránsito promedio diario"³, sobre el mismo tramo, mostró para cuatro días observados, en el período de 2 pm a 6 pm, un volumen promedio de 400,25 vehículos; obteniendo el tránsito promedio estimado, TPD_2 , por:

$$TPD_2 = \frac{400,25}{0,2602} = 1.537 \text{ que es un valor aproximadamente igual}$$

al $TPDS = 1.531$, con un intervalo para el promedio:

$(TPDS \pm 2\delta TPDS)$: (1.095, 1.967), ya que el $TPD_2 = 1.537$ se obtuvo con las mediciones en los cuatro días sábado, domingo, lunes y martes con el objeto de tener en cuenta el efecto de los días sábado y domingo en el cálculo del promedio.

Obsérvese cómo el $TPD_2 = 1.537$ está mucho más cerca del $TPDS = 1.531$ que el TPD_1 , afectado por el factor de expansión $TPD_1 \times F = 1.241$

En otro tramo Yarumal-Puerto Valdivia, de la misma vía Medellín-Caucasia, se encontró lo siguiente:

El tránsito promedio diario semanal del MOPT, TPDS = 1.213 (de los conteos manuales del MOPT) y un intervalo para las observaciones (468, 1.958), el cual se muestra muy amplio debido a la variabilidad de los datos.

$$\text{De las mediciones del Ceset se obtuvo } TPD_1 = \frac{475.33}{0.26} = 1.828$$

el cual cae dentro del intervalo, validándose así como estimador, aunque vale anotar que está bastante lejano del TPDS = 1213 y muy cerca del límite superior.

Si al TPD_1 se le afecta por el factor de expansión $F = 1.03959$ (obtenido de la información del MOPT), se obtiene $TPD_1 \times F = 1.828 \times 1,03959 = 1.900$ que en este caso se aleja aún más del TPDS = 1.213 lo cual tiende a su invalidez como estimador del tránsito promedio diario, aunque cae dentro del intervalo.

En cambio el tránsito promedio diario para las cuatro mediciones en los días sábado, domingo, lunes y martes, fue

$$TPD_2 = \frac{315,5}{0,26004} = 1.213$$

valor exactamente igual al TPDS = 1.213 del MOPT.

Recomendaciones generales

Lo anterior permite recomendar lo siguiente: iniciar para un primer año con las mediciones las 24 horas del día durante una semana, para obtener el estimador del tránsito promedio diario semanal TPDS; la variabilidad de los volúmenes diarios, para la determinación del intervalo; la distribución horaria del volumen de tránsito, para la determinación de la proporción, del período de mayor volumen de tránsito en el día, que garantice la determinación de la hora pico.

Al año siguiente se realizarán los conteos durante cuatro días mínimo (o 5 ó 6 o hasta 7 días) que incluyan sábado y domingo en períodos de cuatro horas (o 5 ó 6 o hasta 8 horas, la jornada laboral) en el lapso donde se tenga el mayor volumen de tránsito diario, garantizando que la proporción sea la más significativa posible. El estimador del tránsito promedio diario se obtendrá dividiendo el volumen promedio de vehículos en los cuatro días, por la proporción respectiva. En los tres años siguientes se procedería de igual forma, siempre y cuando no se presenten cambios sustanciales en la vía, lo cual si ocurre obligaría a iniciar nuevamente el proceso.

El proceso se reiniciará cada cinco años, ya que según el MOPT los cambios o alteraciones en el volumen de tránsito en las diferentes vías ocurren cada cinco años.

En la realización de estos conteos, además del tránsito promedio diario, se puede obtener el volumen máximo horario, la composición del tráfico y la distribución por sentidos; mediante el diseño de un formulario adecuado para la recolección de la información. A continuación se presentan los dos diseños de formularios utilizados por los estudios: "Estudio de la accidentalidad en las vías troncales de los departamentos de Antioquia y Córdoba"⁴ y "Análisis del tránsito promedio diario".

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE INGENIERIA

CENTRO DE SERVICIOS TECNICOS - CESET

INSTITUTO NACIONAL DEL TRANSPORTE - INTRA

REGISTRO DE TRANSITO

PAREJA _____ HOJA _____ / _____

DIA _____ MES _____ AÑO _____		FESTIVO _____		VISPERA _____	
VIA _____		TRAMO _____		ABSCISA _____	
SITIO _____		SENTIDO DE TRAFICO _____			
HORA					
COMPOSICION				P	I
				O	D
A	AUTOMOVIL (A)				
	CAMPERO (J)				
	CAMIONETA (E)				
	MICROBUS (M)				
B	BUSETA (D)				
	BUS (B)				
C	VOLQUETA (V)				
	CAMION (C)				
	TRACTO-CAMION CON REMOLQUE O SEMIREMOLQUE (T)				
	MOTOCICLETA (K)				
	BICICLETA (L)				
	MAQ. AGRICOLA (S)				
	VEHICULO TRAC. ANIMAL (U)				
	OTROS (O)				
CONVENCIONES: OFICIAL (O) PUBLICO (P) PARTICULAR (I) DIPLOMATICO (D)	OBSERVACIONES:				

Bibliografía

1. Germán Urrego y otros, informe final de la primera fase "Estudio de la Accidentalidad en las vías troncales de los Departamentos de Antioquia y Córdoba". CESET - Universidad de Antioquia.
2. Antonio Valdés, Ingeniería de tráfico.
3. Gema Cecilia Uribe V. y otros (Coordinado por Juan Delgado L.), "Análisis del tránsito promedio diario".
4. Juan Delgado y otros, informe final de la segunda fase "Estudio de la Accidentalidad en las vías troncales de los Departamentos de Antioquia y Córdoba".
5. Institute of traffic Engineer, Traffic Engineering hand book.

CURSOS PARA EL 1er. SEMESTRE DE 1992

27 DE FEBRERO DE 1992

**DERECHOS DE AUTOR Y PATENTES
PARANINFO**

Abril 2 y 3

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD NEGOCIADORA"

OTROS CURSOS 1er. SEMESTRE SIN FECHA DEFINIDA:

- Cursos de Alfabetización de Computadores durante todo el Semestre.
- Métodos numéricos y sus aplicaciones en Ingeniería.
- Sistematización contable.
- Acondicionamiento de motores acíncronos.
- Cursos de PLC (Controladores Lógicos Programables).
- Actualización en el diseño de Instalaciones Industriales.
- Sistemas modernos de televisión.
- Elementos básicos de dirección empresarial.
- El nuevo municipio y el Alcalde como promotor del desarrollo económico y social.