

RECUESTO DEL TRAFICO EN LAS CARRETERAS DE UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE CIUDAD REAL

Por ANTONIO VALDES Y GONZALEZ-ROLDAN,
Ingeniero de Caminos.

Consideramos muy interesante el presente trabajo, que tiende a la creación en nuestro país de la técnica del tráfico, que tan importante desarrollo ha adquirido ya en los Estados Unidos y que constituye una interesante especialidad en la técnica de carreteras.

El estudio del tráfico es una de las ramas de la técnica de carreteras de desarrollo más reciente; prácticamente no existía como especialidad hace veinte años, pero en las dos últimas décadas ha alcanzado una importancia notable, especialmente en los Estados Unidos, donde los problemas creados por el tráfico son de excepcional dificultad.

La atención que merece esta materia en los Estados Unidos se comprueba al revisar la bibliografía, cada año más voluminosa, y que en la actualidad es una de las más importantes entre las dedicadas a carreteras.

Pero el estudio del tráfico no sólo interesa en Norteamérica, sino que en casi todos los países de Europa se han creado en los últimos años departamentos de tráfico, dentro de los servicios de carreteras, organizándose cursos y conferencias para instruir a los Ingenieros en este nuevo aspecto de la técnica; las fuentes de la información son casi siempre americanas, pero en cada país es necesario adaptarlas a sus características particulares.

Se ha llegado, pues, a crear la Técnica de Tráfico, como una especialidad de la de Carreteras, cuya misión es, en primer lugar, estudiar el volumen, distribución y variación del tráfico en aquéllas, y después, encontrar soluciones a los problemas que la circulación crea: capacidad de carreteras, cruces, desviaciones, etc.

El estudio del tráfico tiene, entre otras, dos aplicaciones inmediatas para los servicios de carreteras:

- la primera aplicación se encuentra al tratar de resolver los problemas agudos creados en carreteras con tráfico muy importante, y en las que la circulación es difícil, incómoda y peligrosa en determinados períodos;
- la segunda tiene lugar en la planificación y distribución de los créditos; actualmente, el conocimiento del tráfico es un dato indispensable para formar un juicio ponderado sobre la distribución más conveniente de los créditos disponibles.

En España, los problemas de carreteras congestionadas por el tráfico se presentan hasta ahora en forma muy aislada, aunque ya existen en algunos casos, y tenemos la seguridad de que su número se multiplicará de forma acelerada.

Pero lo que parece evidente es que en nuestro país se necesita con urgencia disponer de un mapa del tráfico del conjunto de la red nacional, es decir, conocer de manera sistemática y suficientemente aproximada los volúmenes medios diarios que circulan.

Estadísticas de tráfico.

El primer aspecto de que se ocupa la técnica de tráfico es el de la confección de estadísticas periódicas, representativas de los volúmenes que circulan. Exceptuando algunas carreteras de características especiales, el número de vehículos que circulan periódicamente por un determinado tramo, es un dato relativamente constante, lo que permite estimar con aproximación suficiente los volúmenes medios diarios mediante unos recuentos esporádicos realizados de forma conveniente.

Se caracteriza, por tanto, un determinado tramo de carretera por su circulación media diaria durante un año. Para el estudio de los problemas creados por las grandes aglomeraciones, no sólo interesa el tráfico medio diario, sino el de las horas de máxima circulación, que bien puede medirse directamente o deducirse de aquél mediante unos coeficientes aproximados. Suele estimarse que el tráfico para el cual una carretera debe acondicionarse y que debe circular por ella con comodidad, es el correspondiente al de la llamada hora 30; esta hora es la que ocupa el lugar 30 si se clasifican las 8760 horas del año por orden de su intensidad de tráfico, de mayor a menor; en relación con el tráfico medio diario anual, el de la hora 30 generalmente está comprendido entre el 12 y 25 por 100 de aquél.

Los recuentos tienen por objeto conocer con aproximación suficiente los tráficos medios; pueden reali-

zarse manualmente o mediante aparatos automáticos. Estos convienen a los tramos de mayor circulación y permiten obtener económicamente resultados más exactos, ya que es posible realizar los aforos durante largos períodos; sin embargo, presentan en España varios inconvenientes, entre ellos la dificultad de eliminar los carros de llanta metálica, incompatibles con

Recuentos de tráfico en una zona de la provincia de Ciudad Real.

En la zona indicada en el mapa de la figura 1.^a se han efectuado recuentos de tráfico durante los meses de marzo y mayo de 1958. Se trata de una zona con 930 Km. de carreteras, habiéndose contado el tráfico en 640 Km.; se considera que en los 290

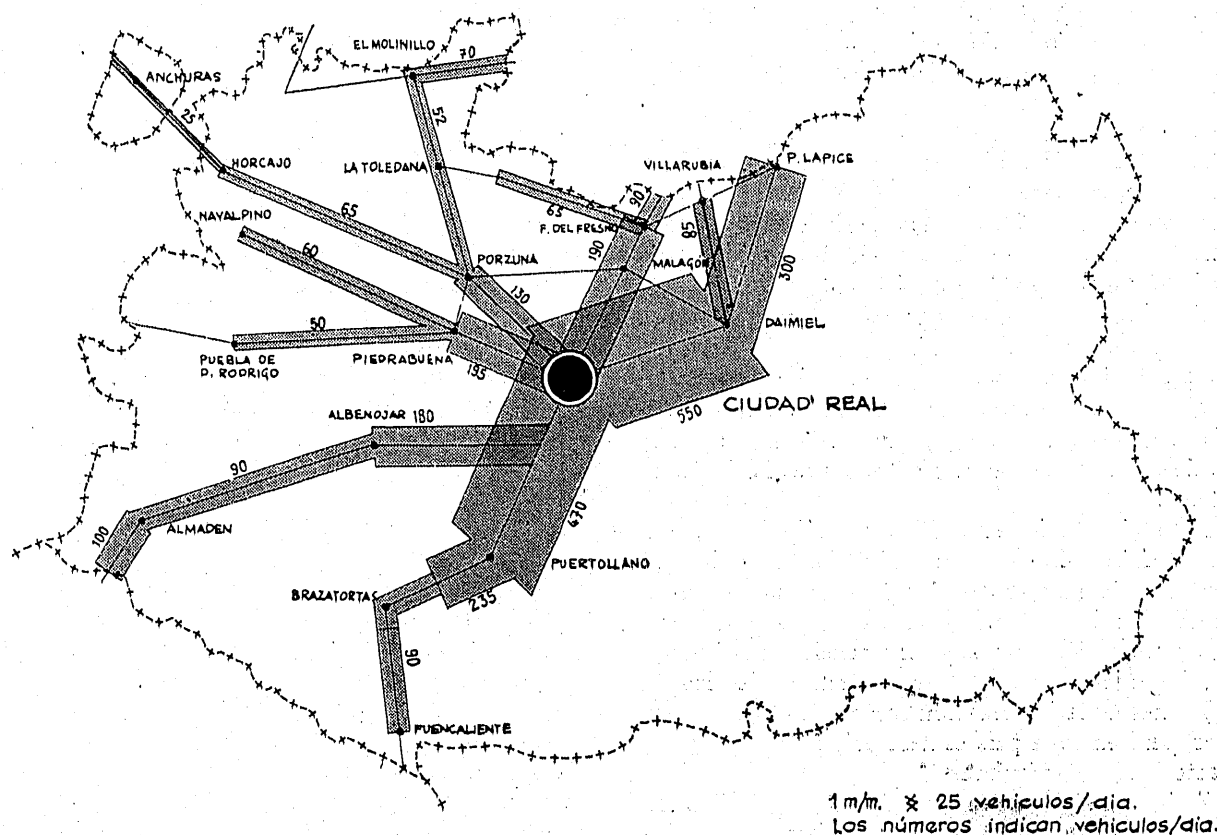


Fig. 1.^a — Mapa de tráfico correspondiente al mes de mayo de 1958, en una zona de la provincial de Ciudad Real.

el funcionamiento de los aparatos, así como la vigilancia e inspección de los mismos por el personal de la carretera. Además, dadas las diferencias entre los tipos de vehículos que circulan en España, es difícil llegar a graduar la sensibilidad de los aparatos para que registren resultados que reflejen la realidad, ya que o no acusan los vehículos muy ligeros o cada camión registra el paso de varios vehículos. Es preciso dedicar varias horas para ajustar cada aparato y revisar su estado con frecuencia, siendo posible conseguir una aproximación del orden del 5 por 100.

En todo caso, la mejor solución es realizar los dos tipos de recuento, manual y automático, que se complementan entre sí.

kilómetros restantes su volumen es inferior al del correspondiente a los tramos estudiados. En general, las carreteras de esta zona son de poca importancia y de acusado carácter local.

Se ha tratado de encontrar un sistema de recuento, relativamente aproximado, dentro de los medios disponibles, y que aproveche nuestra organización de capataces y peones camineros, que de una manera constante viven en las carreteras y a los que se les paga durante todo el año un jornal; el recuento se ha realizado, pues, de una manera gratuita, ya que solamente se ha ocupado al personal tres horas durante algunos días, lo que es perfectamente compatible con el trabajo ordinario que normalmente realizan.

CUADRO NÚM. 1.

Resultado del recuento del mes de marzo.

Núm.	T R A M O	Longitud en kilómetros	Número y porcentaje de vehículos (15 h.)			Total v/d	Hora máxima	Carros
			Camiones	Moños	Total motor			
1	N-420 Ciudad Real-Daimiel	31	129 (33 %)	53 (13 %)	392	480	40 (8 %)	30 (7 %)
2	N-420 Daimiel-Puerto Lápice	32	85 (49 %)	29 (17 %)	173	220	24 (11 %)	31 (15 %)
3	N-401 Ciudad Real-Fuente del Fresno	31	52 (42 %)	33 (16 %)	124	145	13 (9 %)	11 (8 %)
4	N-401 Fuente del Fresno-Límite	8	17 (38 %)	13 (29 %)	45	60	8 (15 %)	27 (37 %)
5	L-638 Fuente del Fresno-Los Cortijos.	28	18 (35 %)	20 (38 %)	52	60	9 (15 %)	65 (58 %)
6	C-403 Porzuna-El Molinillo	42	17 (45 %)	13 (34 %)	38	45	4 (9 %)	23 (38 %)
7	L-643 El Molinillo-Límite	16	28 (58 %)	7 (15 %)	48	55	5 (9 %)	18 (27 %)
8	L-639 Ciudad Real-Porzuna	30	35 (36 %)	30 (30 %)	98	120	14 (12 %)	34 (26 %)
9	L-639 Porzuna-Horcajo	50	28 (61 %)	12 (26 %)	46	55	7 (13 %)	21 (31 %)
10	L-641 Horcajo-Anchuras	32	15 (65 %)	2 (9 %)	23	25	5 (20 %)	3 (12 %)
11	N-430 Ciudad Real-Piedrabuena	27	40 (37 %)	29 (27 %)	108	130	13 (10 %)	24 (18 %)
12	N-430 Piedrabuena-Puebla de Don Ro- drigo	52	20 (65 %)	5 (16 %)	31	35	4 (11 %)	2 (7 %)
13	L-637 Piedrabuena-Navalpino	50	8 (31 %)	4 (15 %)	26	35	3 (10 %)	15 (37 %)
14	N-420 Ciudad Real-Puertollano	36	169 (44 %)	63 (16 %)	385	460	40 (9 %)	22 (5 %)
15	N-420 Puertollano-Retamar	10	99 (51 %)	32 (17 %)	192	220	22 (10 %)	30 (13 %)
16	L-633 Corral-Abenojar	26	48 (41 %)	27 (23 %)	118	140	18 (13 %)	15 (11 %)
17	L-633 Abenojar-Almadén	54	21 (45 %)	7 (15 %)	46	60	6 (11 %)	7 (13 %)
18	L-633 Almadén-Límite Córdoba	14	39 (56 %)	15 (21 %)	70	85	12 (14 %)	17 (20 %)

CUADRO NÚM. 2:

Resultado del recuento del mes de mayo.

Núm.	T R A M O	Longitud en kilómetros	Número y porcentaje de vehículos (15 h.)			Total v/d	Hora máxima	Carros
			Camiones	Motos	Total motor			
1	N-420 Ciudad Real-Daimiel	31	148 (34 %)	67 (15 %)	438	550	44 (8 %)	28 (5 %)
2	N-420 Daimiel-Puerto Lápice	32	102 (41 %)	46 (18 %)	254	300	29 (10 %)	—
3	N-401 Ciudad Real-Fuente del Fresno.	31	53 (33 %)	45 (27 %)	164	190	16 (8,5 %)	10 (6 %)
4	N-401 Fuente del Fresno-Límite	8	31 (41 %)	17 (22 %)	76	90	13 (14,5 %)	8 (8 %)
5	L-638 Fuente del Fresno-Los Cortijos.	28	20 (36 %)	17 (30 %)	56	65	12 (18,5 %)	54 (50 %)
6	C-403 Porzuna-El Molinillo	42	21 (41 %)	19 (37 %)	52	60	9 (15 %)	33 (35 %)
7	L-643 El Molinillo-Límite	16	28 (48 %)	9 (15,5 %)	58	70	8 (14 %)	11 (13 %)
8	L-639 Ciudad Real-Porzuna	30	36 (33 %)	39 (35 %)	111	130	12 (9,2 %)	24 (16 %)
9	L-639 Porzuna-Horcajo	50	29 (52 %)	10 (18 %)	55	65	7 (11 %)	8 (11 %)
10	L-641 Horcajo-Anchuras	32	9 (50 %)	4 (22 %)	18	25	4 (16 %)	4 (22 %)
11	N-430 Ciudad Real-Piedrabuena	27	63 (39 %)	42 (25 %)	165	195	21 (11 %)	32 (16 %)
12	N-430 Piedrabuena-Puebla de Don Ro- drigo	52	20 (48 %)	8 (19 %)	42	50	6 (12 %)	1
13	L-637 Piedrabuena-Navalpino	50	26 (49 %)	5 (10 %)	53	60	6 (10 %)	4 (6 %)
14	N-420 Ciudad Real-Puertollano	36	161 (41 %)	76 (19 %)	393	470	37 (8 %)	17 (4 %)
15	N-420 Puertollano-Retamar	10	120 (59 %)	37 (18 %)	205	235	26 (11 %)	30 (13 %)
16	L-633 Corral-Abenojar	26	63 (41 %)	35 (23 %)	152	180	21 (11,6 %)	9 (5 %)
17	L-633 Abenojar-Almadén	59	36 (48 %)	18 (24 %)	75	90	13 (15 %)	13 (15 %)
18	L-633 Almadén-Límite Córdoba	14	31 (37 %)	15 (18 %)	85	100	9 (9 %)	5 (6 %)
19	N-420 Retamar-Fuencaliente	55	36 (45 %)	18 (23 %)	78	90	14 (15,5 %)	5 (5 %)
20	L-636 Villarrubia-Daimiel	18	44 (65 %)	14 (21 %)	68	85	11 (13 %)	150 (64 %)

El procedimiento seguido ha sido el siguiente:

En primer lugar se dividió la red en tramos de unos 30 Km. de longitud media, cada uno de ellos a cargo de un capataz, y en los que se estimó que el tráfico había de ser aproximadamente constante. En cada tramo se eligió un puesto de conteo, que a la vez fuese cómodo para el personal y representativo

Carretera

Km.

Capataz

Hora	Camiones y autobuses	Automóviles	Motos	Total	Carros
De a.....					
De a.....					
De a.....					
De a.....					
De a.....					

Fecha

El Capataz,

Figura 2."

del tráfico medio del tramo. No se incluyeron algunas carreteras de poca importancia dentro de la red general.

Se eligieron dos semanas, una del mes de marzo y otra de mayo, sin días festivos intermedios, durante las cuales, los capataces o peones camineros a sus órdenes e instruidos por ellos, debían contar el tráfico utilizando los impresos de la figura 2." y en la forma siguiente:

Lunes, de 7 a 10.
Martes, de 10 a 13.
Miércoles, de 13 a 16.
Jueves, de 16 a 19.
Viernes, de 19 a 22.

Todo esto se comunicó a los capataces mediante una circular, pidiéndoles, antes de comenzar la primera semana de conteo, que en el caso de duda solicitasen las aclaraciones necesarias. De los 20 capataces, solamente uno interpretó mal la orden y hubo de repetir el trabajo en una semana posterior.

Una vez reunidos los datos, se obtuvo directamente el tráfico medio durante quince horas de un día de trabajo, así como los demás datos que figuran en los cuadros núms. 1 y 2. Para determinar el tráfico medio diario y tener en cuenta la circulación nocturna, se aumentó el medido directamente en un 15 a 30 por 100, según se estimase que aquella circulación fuese o no importante. Se obtuvieron de esta forma cifras representativas del tráfico medio diario durante cada

uno de los meses de marzo y mayo, con aproximación suficiente, a nuestro juicio, y como se pudo comprobar en algunos casos que más adelante se detallan.

En realidad, el tráfico medio diario es algo inferior al obtenido, pues en este tipo de carreteras la circulación de los días festivos es algo más débil que la de los días laborables; sin embargo, como el tráfico de los días festivos es el más variable y el de control más costoso, estimamos que para el objetivo propuesto es admisible prescindir de tales días.

Se observa un incremento muy apreciable del tráfico de marzo a mayo; en las carreteras de más de 100 vehículos/día, el incremento medio ha sido del 20 por 100. Los resultados del mes de mayo, además de figurar en el cuadro núm. 2, se presentan gráficamente en el mapa de la figura 1."

Comprobación de los resultados obtenidos.

Para comprobar la proximación conseguida con el recuento manual, se hicieron algunos ensayos con dos aparatos automáticos: uno de ellos, totalizador, y otro de registro horario, ambos de tipo Streeter-Amet, que funcionan al pisar los vehículos un tubo de goma tendido sobre la carretera.

Los extremos que se trataron de comprobar fueron los siguientes:

- Importancia relativa del tráfico nocturno (de diez de la noche a siete de la mañana).
- Importancia del tráfico en sábados y domingos.
- Variación del tráfico en los distintos días de la semana; y
- Error cometido al aplicar el procedimiento a los casos concretos en que se conoce el tráfico de cada día de la semana.

Los aparatos se instalaron en tres puntos distintos, con los resultados siguientes:

1) Carretera Nacional de Madrid a Cádiz, Km. 138 (próximo a Puerto Lápice).

Esta carretera no forma parte de la red estudiada.

Se instaló un aparato totalizador durante tres semanas (17 de abril a 7 de mayo) graduado de forma conveniente para que registrase solamente turismos y camiones; las lecturas se hicieron diariamente, a las siete de la mañana y diez de la noche, con los resultados medios siguientes:

	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viern.	Sáb.	Dom.
Total vehículos.	875	972	959	1 000	930	912	706
De 7 a 22....	657	752	736	779	696	763	472
De 22 a 7....	218	220	236	221	234	149	204
% circ. noche	25	22,6	24,6	22,1	25	16,4	29

Tráfico medio (camiones y turismos) en días laborables = 947 v/d.
 % medio circulación nocturna, en días laborables = 23,8 %
 Tráfico medio total (camiones y turismos). = 907 v/d.

En 1955 el tráfico medio diario en este tramo (camiones y turismos) fué de 580 vehículos, lo que representa que el incremento anual durante los tres últimos años ha sido del orden del 15 por 100, suponiendo que el tráfico en esta época del año represente aproximadamente un valor medio.

2) Carretera Nacional de Córdoba a Tarragona, por Cuenca, Km. 252, tramo de Daimiel a Puerto Lápice, correspondiente al puesto núm. 2 de la red estudiada.

Se instaló un aparato totalizador durante tres semanas (8 a 29 de mayo), en las mismas condiciones del caso anterior, con los resultados medios siguientes:

	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viern.	Sába.	Dom.
Total vehículos.	235	246	236	240	233	243	197
De 7 a 22 . . .	192	198	199	186	185	201	152
De 22 a 7 . . .	43	48	37	54	48	42	45
% circ. noche .	18,3	19,5	15,7	22,5	20,6	17,3	29,5

Tráfico medio (camiones y turismos) en días laborables = 240 v/d.
 % medio de circulación nocturna en días laborables = 19,3 %

3) Carretera Nacional de Córdoba a Tarragona, por Cuenca, Km. 188, tramo de Ciudad Real a Puertollano, correspondiente al núm. 14 de la red estudiada.

Se instaló un aparato de registro horario, durante una semana del mes de mayo, graduado en forma que registrase turismos y camiones. Se obtuvo así el tráfico durante las 168 horas de la semana con el siguiente resumen:

	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viern.	Sába.	Dom.
Total vehículos.	371	381	393	396	428	421	314
De 7 a 22 . . .	313	324	334	341	372	355	266
De 22 a 7 . . .	58	57	59	55	56	66	48
% circ. noche. .	15,2	15	15	14	13	15,6	15,2

Tráfico medio (camiones y turismos) en días laborables = 394 v/d.
 % medio de circulación nocturna en días laborables = 14,4 %

De estos resultados hemos llegado a las conclusiones siguientes sobre cada uno de los puntos que se pretendieron estudiar:

a) *Importancia relativa del tráfico nocturno.* — Se observa que en cada carretera, el porcentaje del tráfico nocturno se mantiene de manera muy constante durante todos los días laborables. El tramo núm. 1, considerado como de tráfico nocturno muy intenso, dió un porcentaje medio del 23,8 por 100, y el núm. 3, considerado como de tráfico nocturno normal, un 14,4 por 100; por consiguiente, creemos admisible estimar el tráfico desde las diez de la noche hasta las siete de la mañana, en un porcentaje variable entre el 10 y el 25 por 100 del total, según se considere que la circulación nocturna es muy débil o muy intensa, de lo que da indicio, además del conocimiento de la carretera, la distribución del tráfico en las quince horas estudiadas. Estimamos que el error cometido por este concepto puede reducirse a menos del 10 por 100 del tráfico diario.

b) *Importancia del tráfico en sábados y domingos.* — En los tres casos estudiados, el tráfico de los domingos es inferior al del resto de los días de la semana; resultó ser del 75, del 83 y del 80 por 100 en cada uno de los casos. El de los sábados es del mismo orden que el del resto de los días laborables.

c) *Variación del tráfico en los distintos días de la semana.* — En todos los casos hay una gran uniformidad en los volúmenes de tráfico medio de cada día de la semana, con desviaciones máximas del orden del 8 por 100. En los casos en que se conoce el tráfico durante veintidós días consecutivos, el correspondiente al día más alejado de la media representa una desviación del 12 por 100.

d) *Error cometido en algunos casos particulares.* — En el recuento manual del mes de mayo, en el tramo núm. 2 se contaron 208 vehículos, camiones y turismos, en quince horas; según el recuento automático, el tráfico medio de la semana durante las mismas quince horas fué de 192 vehículos, siendo el error del 8 por 100.

En el puesto núm. 14, el número de camiones y turismos fué de 317 en el recuento manual, y de 337 en el automático, con un error del 6 por 100.

En un recuento efectuado en 1955 por el Laboratorio del Transporte en el Km. 18 de la carretera de Madrid a La Coruña, con aparatos automáticos y en el que se conoce el tráfico horario durante varios meses, hemos aplicado el procedimiento antes descrito, admitiendo una circulación nocturna del 15 por 100 y comprobando que en doce semanas el error medio hubiera sido del 4,4 por 100, con un máximo del 9.

Consideramos que el orden de magnitud de estos errores es admisible y comparable, quizá, al que se obtiene con los aparatos automáticos.

Distribución del tráfico por categorías de vehículos.

Al considerar el tráfico en una carretera, no solamente interesa el número medio diario de vehículos, sino su distribución por tipos; aunque lo mejor sería clasificar los vehículos en el mayor número posible de categorías diferentes, en este primer estudio consideramos suficiente distinguir los cuatro tipos indicados en la figura 2.^a

Del recuento de las cuatro categorías, el de carros no puede considerarse como representativo del tramo, pues sus recorridos son cortos y su frecuencia muy variable de unos días a otros; por ello, el número de carros depende mucho del punto de control y su recuento tiene escaso valor, aunque, sin embargo, da una idea del carácter agrícola de estas carreteras.

Quedan, pues, tres tipos principales de vehículos: camiones, turismos y motos.

La primera característica destacada que se observa al examinar los resultados es el elevado porcentaje de camiones; considerando sólo las carreteras con más de 100 vehículos/día, los porcentajes medios de camiones son de 41,5 y 40,9 por 100 (cuadros 1 y 2), no habiendo variaciones de más de un 10 por 100 (mínimo, 33 por 100, y máximo, 51 por 100). En la carretera nacional de Madrid a Cádiz, de circulación mucho más importante, también el porcentaje de camiones es elevado, según se comprobó en los recuentos manuales que se hicieron para controlar el funcionamiento del aparato: durante el día, el porcentaje medio de camiones fué del 29 por 100, y estimando que el porcentaje de camiones durante la noche será como mínimo del 75 por 100, resulta una proporción de vehículos pesados del 40 por 100.

El porcentaje de motos es también importante, especialmente en algunas carreteras de menor tráfico.

La media en las carreteras de más de 100 vehículos diarios es de 23,5 y 22 por 100, en marzo y mayo, existiendo aquí mayor dispersión que en lo referente al tráfico pesado.

Conclusiones.

El mapa de tráfico de una zona reducida como la estudiada, no tiene en sí excesivo interés, si no es para clasificarla dentro del mapa de la red general.

El interés que puede presentar este estudio es demostrar cómo con los medios existentes en las Jefaturas de Obras Públicas podría confeccionarse el mapa de tráfico medio diario de una gran parte de la red nacional con aproximación suficiente para constituir una base de partida, cuya exactitud se iría mejorando con el tiempo.

Para obtener los datos necesarios, bastará con elegir una semana, por ejemplo, durante cuatro meses al año (febrero, mayo, agosto y noviembre) y obtener el valor del tráfico medio diario durante el año; para distinguir las carreteras con un tráfico especialmente denso durante determinadas épocas del año, se podría añadir un coeficiente que represente la relación entre la media del mes de mayor circulación y la media anual.

Sería suficiente efectuar un conteo manual en el conjunto de la red y llegar más adelante a resultados más exactos en las carreteras con tráfico superior a 500 ó a 1 000 vehículos diarios, o en las que presenten especiales variaciones semanales o estacionales, empleando para ello los aparatos disponibles.

El tráfico en nuestras carreteras no es muy importante, pero no tan despreciable como para no contar con él, teniendo además presente su incremento anual muy considerable, difícil de evaluar por falta de datos estadísticos, pero que parece muy probable que durante bastantes años sea del orden del 15 por 100, como se ha comprobado en el puesto de control de la carretera de Madrid a Cádiz; esto supone que la circulación se duplicará en cinco o seis años.