

**RED DE ESTACIONES PERMANENTES DE AFORO EN  
LAS CARRETERAS ESTATALES**

**Pedro M. Galán Bueno**  
Jefe del Servicio de proyectos  
PLANIFICACIÓN- D.G.C.-Mº FOMENTO

**VALENCIA. Noviembre 1999**

# **INDICE**

- 1. ACERCA DE LA TECNOLOGÍA ADECUADA. LAS DIFERENTES REDES DE CARRETERAS.**
- 2. LA FINALIDAD DE LOS DISTINTOS DATOS DE TRÁFICO**
- 3. UTILIZACIÓN DE LOS DATOS DE TRÁFICO EN LAS D.G.C.**
- 4. EL PLAN NACIONAL DE AFOROS DE LA D.G.C. DEL MINISTERIO DE FOMENTO.**

*El conocimiento y la aspiración a la verdad llegaron a figurar, al cabo, como una necesidad entre las demás necesidades (...).  
El conocimiento se convirtió en una parte de la vida ....*

*F. Nietzsche "Origen del conocimiento p.110 de "La Gaya Ciencia"*

*En recuerdo de Mariano Gullón Löw iniciador en España y permanente estudioso de la Ingeniería de tráfico y que mantuvo siempre constante la ilusión por el conocimiento.*

A lo largo de esta comunicación hago una presentación somera del Plan Nacional de Aforos, que con carácter anual ha sido llevado a cabo desde 1960 por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y a los que se han ido añadiendo desde 1990 los de las distintas Comunidades Autónomas y Diputaciones.

Previamente a ello y tras abordar la importancia de los datos de tráfico se indican las, cada vez, **mayores diferencias** existentes entre las tecnologías y datos necesarios según sea el **ÁMBITO de la red**, la **MAGNITUD DEL TRAFICO** y finalmente el **Uso** de los datos de tráfico (Urbano, Periurbano, Interurbano) que de una forma sencilla podemos dividir entre aquellos encaminados a programar las actuaciones sobre la red , cuya competencia radica en las Direcciones Generales de Carreteras y Ayuntamientos, y aquellas otras que tienen por finalidad la regulación, seguridad vial e información del tráfico existente y cuya competencia se sitúa en la Dirección General de Tráfico.

## **1. ACERCA DE LA TECNOLOGÍA ADECUADA. LOS DISTINTOS TIPOS DE RED.**

El tráfico por carretera en España como he indicado en otros lugares<sup>1</sup>, es un fenómeno que irrumpe en 1956 acompañado de fuertes variaciones en la actividad económica, social y territorial multiplicándose el número de km. recorrido por los viajeros en **35** veces y el nº de Tn-Km en **18** (hasta 1998). Ver **Gráfico 1.**

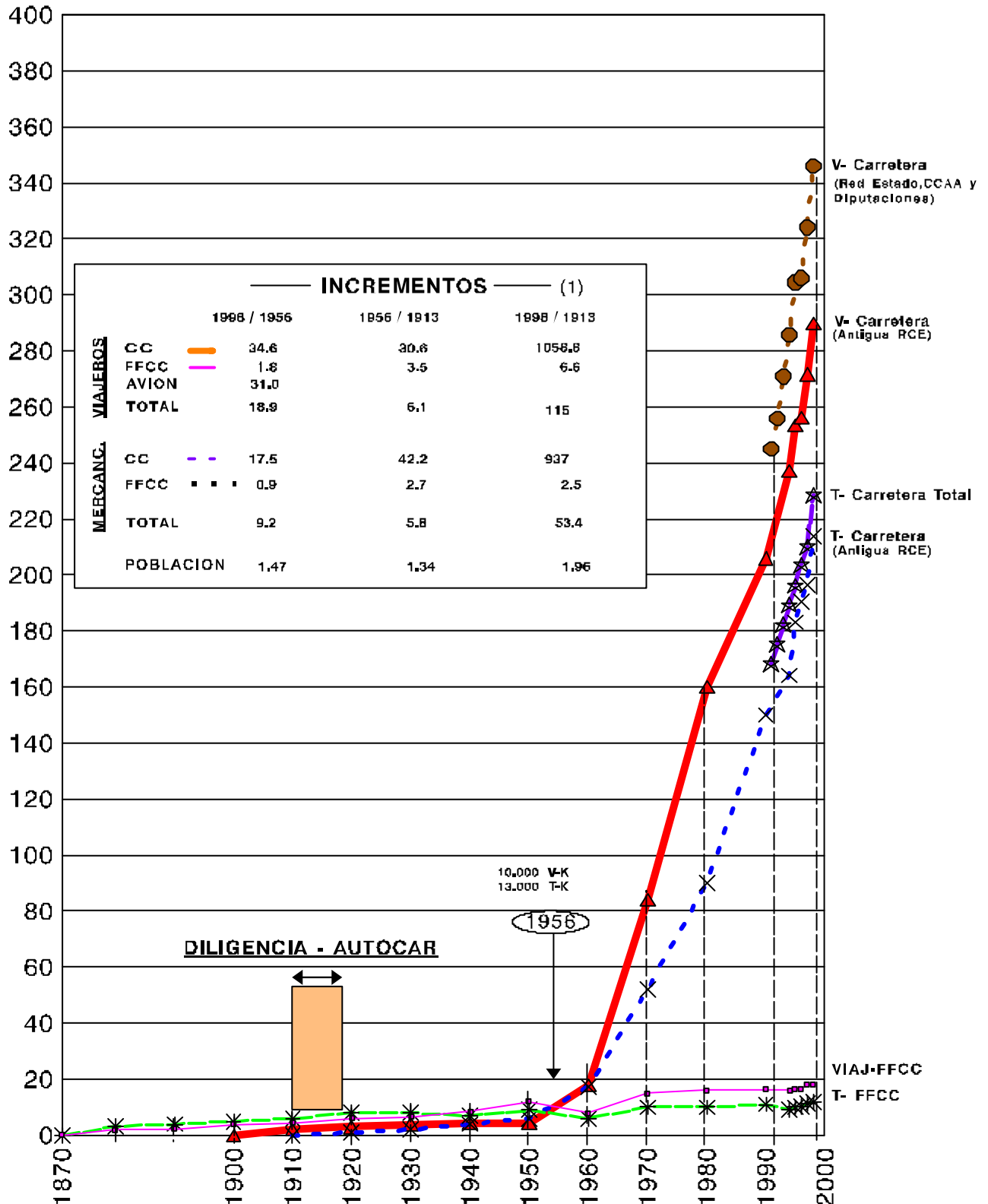
---

<sup>1</sup> Pedro Galán "Introducción a la Planificación". Curso de Transportes. FFE. "El Transporte de Viajeros". Jornadas sobre Auscultación y toma de Datos. Dic. 99. A.T.C. Cáceres

# TRAFICO DE VIAJEROS Y MERCANCIAS 1870-1998

EN LA RED DE CARRETERAS ( 163.273 Kms ) y FFCC (1)

TRAFICO(x 10<sup>9</sup>) ( Viajeros-Km o Tm-Km )



(1) De 1870 a 1998 figura la antigua Red de Carreteras del Estado y desde 1991 se ha considerado además la Red formada por el Estado, CCAA y Diputaciones ( 163273 Km ) y sobre ella se efectúa la comparación con el FFCC. Además existe un 4% más de tráfico en la Red interurbana de los Ayuntamientos (361.000 Km).

Ello ha producido un desarrollo tecnológico encaminado a cuantificar, el tráfico existente según las cada vez mayores y más variadas necesidades existentes, tanto por el usuario como por la Administración para el mejor uso y dimensionamiento de la vía.

Es pertinente señalar en este **I CONGRESO SOBRE SISTEMAS INTELIGENTES** donde las **últimas tecnologías** parecen elevarse, al margen de otras consideraciones, como un bien por sí mismas, lo cual, además de su simpleza, elude aspectos muy pertinentes:

1. **SOLO EN UNA PARTE MÍNIMA DE LA RED SON APLICABLES LAS TECNOLOGÍAS DE TIEMPO REAL.**
2. **LA RED COMPLETA DE CARRETERAS ES SÓLO PARCIALMENTE CONOCIDA.**
3. **CADA CARRETERA TIENE UNA TIPOLOGÍA, UN TRÁFICO Y UNA FUNCIÓN DISTINTA.**
4. **DE CADA CARRETERA HAY QUE CONOCER AQUELLA INFORMACIÓN QUE PERMITA OPTIMIZAR SU FUNCIÓN Y SU USO.**
5. LA **TECNOLOGÍA ADECUADA** es aquella que permite obtener la información imprescindible para su buena administración y que en una mayoría de los casos se reduce a su identificación, en catálogo y sobre el terreno, longitud, sección y tipo de firme con una referencia al menos cualitativa de la magnitud y distribución del tráfico.

Señalemos que para el conjunto de las carreteras interurbanas el tráfico oscila entre **1** y **250.000** vehículos al día.

Esta enorme diferencia entre tipos de red se recoge en los Cuadros 1 y 2 donde se clasifica la totalidad de la red según titularidad o tipología:

## CUADRO 1

### RED DE CARRETERAS Y TRÁFICO SEGÚN TITULARIDAD. AÑO 1998

| <u>RED INTERURBANA</u>         | LONGITUD<br>(Km) | I.M.D.<br>(veh. Día) | TRÁFICO TOTAL<br>(X10 <sup>6</sup> veh-Km) | % INTERURBANO | % TOTAL |
|--------------------------------|------------------|----------------------|--|---------------|---------|
| ESTADO                         | 23.842           | 11.096               | 96.965                                     | 48.9%         | 33.6%   |
| CC.AA.                         | 70.574           | 3.093                | 78.656                                     | 39.8%         | 27.4%   |
| DIPUTACIONES                   | 68.857           | 593                  | 14.907                                     | 7.6%          | 5.2%    |
| AYUNTAMIENTOS                  |                  |                      |  |               |         |
| Pavimentado                    | 109.984          | 125                  | 4.987                                      | 2.5%          | 1.7%    |
| No Pavimentado                 | 251.208          | 25                   | 2.297                                      | 1.2%          | 0.8%    |
| OTRO VIARIO                    | 11.355           | -                    | -  |               |         |
| TOTAL INTERURBANO              | 535.820          | 1009                 | 197.412                                    | 100%          | 68.8%   |
| <u>RED URBANA</u> <sup>2</sup> | 128.506          | 1.916                | 89.524                                     | -             | 31.2%   |
| TOTAL                          | 664.326          | 1183                 | 286.936                                    | -             | 100%    |

Fte. Area de Planificación. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento

En el cuadro 1 figura la longitud y tráfico por **titularidad de la red**. Como puede observarse hay **489698** km de red interurbana de titularidad de los Ayuntamientos<sup>3</sup> que no ha sido recogido hasta el

---

<sup>2</sup> La Red Urbana se obtuvo a partir de los consumos de combustibles en el año 1991.

Fte. Area de Planificación. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento

<sup>3</sup> Anuario Estadístico 1998. Ministerio de Fomento.

momento presente y que ha sido objeto de un inventario específico por parte del Ministerio de Fomento<sup>4</sup>.

En el **Cuadro 2** figura el tráfico en 1998 para el conjunto de redes interurbanas por tipo de vía. Como se puede observar las autopistas de peaje donde se centran los mayores avances y aplicaciones de las nuevas tecnologías, no recogen más que el **5.7%** del tráfico total interurbano.

## **CUADRO 2**

### **TRÁFICO Y LONGITUD DE LAS REDES DE CARRETERAS ORDENADAS POR TIPO DE VÍA Y PROVINCIA**

|   | <u>LONGITUD</u><br>(KM) | <u>TRÁFICO MEDIO</u><br>I.M.D.<br>(veh./día) | <u>TRAFICO TOTAL</u><br>(Veh x Km x 10 <sup>6</sup> ) |
|---|-------------------------|--|---|
| <b>RED TOTAL INTERURBANA<br/>(ESTADO, CCAA, DIPUTACIONES)</b> |                         |  |   |
| Autopistas de peaje   | 2.072 <sup>3</sup>      | 17.399                                       | 13.453  |
| Autovías  | 6.197                   | 22.993                                       | 52.009  |
| Convencional  | 155.004                 | 2.154  | 121.881   |
| <b><u>TOTAL REDES</u></b>                                     | <b>163.273</b>          | <b>3.210</b>                                 | <b>187.343</b>  |
| <b>RED DE CARRETERAS DEL ESTADO<br/>(RCE)</b>                 |                         |  |   |
| Autopistas de peaje   | 1.761                   | 17.479                                       | 11.235  |
| Autovías  | 4.937                   | 24.737                                       | 44.576  |
| Convencionales  | 17.144                  | 6.513  | 40.754  |
| <b><u>TOTAL R C E</u></b>                                     | <b>23.842</b>           | <b>11.096</b>                                | <b>96.565</b>   |

## **2. LA FINALIDAD DE LOS DISTINTOS DATOS DE TRÁFICO**

Tal y como se recogía en el preámbulo, existe una divisoria entre información destinada al **dimensionamiento y explotación** de la

<sup>4</sup> Vías de Dependencia Municipal. 1999. Ministerio de Fomento

Red, competencia de las Direcciones Generales de Carreteras y Ayuntamientos y aquella otra que tiene por finalidad la **regulación del tráfico** e **información al usuario** que debe ser en tiempo real y cuya competencia corresponde a **Dirección General de Tráfico.**

En el cuadro siguiente se resumen las competencias y finalidades de ambos organismos.

|                            | <b>D.G. CARRETERAS</b>   | <b>D.G. TRÁFICO</b>  |
|----------------------------|--|--|
| <b>FUNCIONES</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación de Actuaciones (Modal e Intermodal)</li> <li>- Proyectos (Geometría y Firmes)</li> <li>- Conservación y Explotación</li> <li>- Actuaciones, sobre Programas de Seguridad Vial en Carreteras</li> <li>- Coordinación con CAA y Diputaciones</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulación de Tráfico</li> <li>- Señalización circunstancial</li> <li>- Señalización variable</li> <li>- Gestión de tráfico para la mejora de la seguridad vial.</li> <li>- Información en tiempo real al usuario (Kuaka-Lumpur)</li> </ul> |
| <b>TIPO DE INFORMACIÓN</b> | <p>Sintetizada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Corto Plazo: Informes de coyuntura, Distribución</li> <li>Medio Plazo: Distribución de Variables puntual y agregada</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediciones en tiempo real</li> </ul>  |

### **3. UTILIZACIÓN DE LOS DATOS DE TRÁFICO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS**

De una forma sintética se indica a continuación la utilización de los datos de tráfico en las distintas tareas encomendadas a las distintas Direcciones Generales de Carreteras.

1. **Planificación intermodal.** Análisis del diseño e inversiones en los distintos modos. Requiere:
  - Conocimiento del reparto de viajeros en los distintos modos de transporte (turismo, autobús, tren, avión)
  - Conocimiento del reparto de mercancías en los distintos modos de transporte (camión, FFCC, barco y oleoductos...)



- Apoyo a los estudios de movilidad a partir de los datos de IMD, velocidad etc en los distintos tramos.
2. Planificación modal. Análisis y evaluación de las necesidades de actuaciones en cada tramo de red.  
  
Se requiere en la zona de estudio conocer la IMD, velocidad,  $IH_{30}$ , I/C ...
  3. Proyecto (Dimensionamiento) de una carretera
    - a) Dimensionamiento geométrico. Datos: Velocidad, Intensidad horaria, porcentaje de vehículos pesados ...)
    - b) Dimensionamiento de firmes (5 tipos en la norma 6.1 IC según el volumen de vehículos pesados IMDP)
  4. Conservación y Explotación. Actuaciones en función de la magnitud y distribución del tráfico.
  5. Financiación
    - a) Autopista de peaje → Realización del Plan Contable anual
    - b) Peaje en sombra → Anualidades en función del tráfico anual.
  6. Previsiones del tráfico futuro en una vía. Obtención a partir del tráfico actual, tráfico transferido e inducido y variables macroeconómicas.
    - Comparación con las previsiones realizadas para el conjunto de la red por la Dirección General de Carreteras.
  7. Programas de Seguridad vial. (Accidentalidad, mercancías peligrosas, velocidad, tráfico ...)
  8. Previsiones Macroeconómicas y Determinación del Tráfico total del Estado, CCAA y Diputaciones.
  9. Coordinación entre todas las Administraciones (Inversiones según necesidades. Ingresos según tráfico y consumos de combustibles)

## **4. EL PLAN NACIONAL DE AFOROS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS.**

El Plan Anual de Aforos introducido en España en 1960 sobre la entonces Red de Carreteras del Estado (80.000 km ) fue, junto al Inventario de Carreteras, una de las principales aportaciones tecnológicas de la Ayuda Americana para la realización del Plan de Carreteras, lo que supuso una modernización de las metodologías y funcionamiento de la Administración.

En el nº 71 de la revista RUTAS publiqué una revisión histórica de la utilización en España de los datos de tráfico en carreteras <sup>5</sup>

Con carácter anual se publica por parte de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y por la mayoría de las Direcciones Generales de Carreteras de las CCAA y Diputaciones, la orden en la que se recoge con la metodología y prescripciones para realizar el Plan de Aforos que sustancialmente consiste en la obtención en un conjunto significativo de puntos de la red y para unos períodos determinados de tiempo que varían entre unas horas y todos los días del año de un conjunto de datos referidos al tráfico que circula en esos puntos de manera que permita su expansión para todos los días del año y todos los puntos de la red.

La determinación del tráfico total (carretera, provincia o toda la red) se fundamenta en la afinidad o comportamiento similar existente entre tramos contiguos o próximos que sin tener el mismo tráfico en magnitud si disponen de una distribución (horaria, semanal, mensual, etc.) semejante.

Por ello basta que haya un número limitado de estaciones que toman datos continuamente (estaciones permanentes). Existe un escalonamiento que permite obtener los datos completos de las estaciones secundarias y cobertura en función de los coeficientes de las estaciones afines (permanente y primaria).

En el Anejo a esta Comunicación figuran varios cuadros donde se recoge el nº de estaciones, tipo y nº de días de funcionamiento (cuadro 3), el nº de equipos existentes, tipología y estaciones en tiempo real (cuadro 4) y los errores admisibles en los equipos y en la determinación de los indicadores de tráfico (cuadro 5)

Los ámbitos y variables principales obtenidos tras el desarrollo del Plan de Aforos es el siguiente:

### **ÁMBITO**

- Puntual

---

<sup>5</sup> Pedro Galán: "La información sobre tráfico en las redes de carreteras" Revista RUTAS. Nº 71. Marzo.Abril 1999

- Carretera
- Corredor
- Red total

### **VARIABLES PRINCIPALES**

- Tráfico total (IMD, IMDL, ...)
- Distribución por tipos de vehículos
- Distribución por intervalos temporales
- Obtención horas 30, 100 ...
- Obtención coeficientes afinidad (K, N, L, S)
- Obtención velocidades puntual ( $V_{30}$ ,  $V_{80}$ ,  $V_{90}$ ,  $V_{95}$ ,  $V_{recorrido}$ )
- Vehículos extranjeros
- Mercancías peligrosas
- Crecimientos (Puntuales y por tipo de vehículos)
- Variaciones (en uso de la red, etc...)

Los resultados del Plan de Aforos de la Red de Carreteras del Estado se recogen en las publicaciones siguientes:

- **Mapa anual de tráfico (DESDE 1960)**
  - Mapa general de la R.C.E.
  - Mapa de accesos
  - Mapa de vehículos pesados y mercancías peligrosas
  - Mapa de velocidades (puntuales y de recorrido)
- **Informes trimestrales de coyuntura**
- **Memoria de datos básicos (desde 1960)**
- **Diskette con los datos y coeficientes de expansión de todas las estaciones (desde 1993 acompañando el mapa de tráfico)**

- **CD-Rom de tráfico, accidentes y velocidades implementados en un S.I.G.**
- **Anuarios del Ministerio de Fomento**

Desde 1990 la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento viene coordinándose con el conjunto de Comunidades Autónomas y Diputaciones para obtener el tráfico total y su distribución en el conjunto de las redes de carreteras.

El dato total es el que figura en el cuadro 1 y su desagregación provincial, se recoge desde 1996 en los Anuarios estadísticos del Ministerio de Fomento.

En la actualidad la Dirección General de Carreteras está ultimando un CD-ROM con los datos de tráfico y accidentes de todas las estaciones de aforo e itinerarios y está completando la instalación en todas las estaciones permanentes un sistema de transmisión de datos en tiempo real (telemetría).

## **ANEJO**

### **CUADRO 3**

#### **EQUIPOS ESTACIONES DE TOMA DE DATOS EN LA D.G.C. - M° FOMENTO. 1999**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| - ESTACIONES PERMANENTES | 365 días                               |
| 210                      |  |
| - ESTACIONES PRIMARIAS   | 42 días (1 semana en 6 meses alternos) |
| 152                      |  |
| - ESTACIONES SECUNDARIAS | 12 días (2 días laborables en 6 meses  |
| alternos) 367            |  |
| - ESTACIONES COBERTURA   | 1-2 días laborables                    |
| 1.796                    |  |

### **CUADRO 4**

#### **N° ESTACIONES PERMANENTES EXISTENTES Y PREVISTAS EN TIEMPO REAL Y TIPOLOGÍA DE LOS EQUIPOS**

|   | <b><u>1999</u></b> | <b><u>2000</u></b> |
|---|--------------------|--------------------|
| - ESTACIONES PERMANENTES EN TIEMPO REAL       | 7                  | 257                |
| - EQUIPOS TRAFICOM III<br>(Perm. 1°, 2°, Cob) | 335                | 575                |
| - EQUIPOS TRAFICOM I<br>(Cobertura)           | 265                |                    |



**CUADRO 5**

**ERRORES EN LOS EQUIPOS E INDICADORES DE TRÁFICO**

- ESTIMACIÓN VEH-KM ( TOTAL RED ) = 0,1%
- DISPERSIÓN DE LOS DATOS                      COEF. VARIACIÓN ( $6/\bar{x}$ )

IMD: 1000 veh/dis    IMD: 1000  
veh/dis

|                                     |        |        |
|-------------------------------------|--------|--------|
| ESTACIÓN PRIMARIA                   | 3.4 %  | 1.9 %  |
| ESTACIÓN SECUNDARIA                 | 8.1 %  | 3.9 %  |
| ESTACIÓN COBERTURA                  | 38.6 % | 17.7 % |
| - ERROR DE LOS EQUIPOS TRAFICOM III |        |        |
| TRAFICO TOTAL                       | < 3 %  |        |
| DISTRIBUCIÓN POR TIPOS              | < 2 %  |        |

**I CONGRESO NACIONAL SOBRE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRÁFICO Y  
TRANSPORTE.**

**VALENCIA**

---

**RED DE ESTACIONES PERMANENTES DE AFORO EN  
LAS CARRETERAS ESTATALES**

**Pedro Galán Bueno**

**Noviembre de 1999**

---



# **INDICE**

- 1. ACERCA DE LA TECNOLOGÍA ADECUADA. LAS DIFERENTES REDES DE CARRETERAS.**
- 2. LA FINALIDAD DE LOS DISTINTOS DATOS DE TRÁFICO**
- 3. UTILIZACIÓN DE LOS DATOS DE TRÁFICO EN LAS D.G.C.**
- 4. EL PLAN NACIONAL DE AFOROS DE LA D.G.C. DEL MINISTERIO DE FOMENTO.**

*El conocimiento y la aspiración a la verdad llegaron a figurar, al cabo, como una necesidad entre las demás necesidades (...).  
El conocimiento se convirtió en una parte de la vida ....*

*F. Nietzsche "Origen del conocimiento p.110 de "La Gaya Ciencia"*

*En recuerdo de Mariano Gullón Löw iniciador en España y permanente estudioso de la Ingeniería de tráfico y que mantuvo siempre constante la ilusión por el conocimiento.*

A lo largo de esta comunicación hago una presentación somera del Plan Nacional de Aforos, que con carácter anual ha sido llevado a cabo desde 1960 por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y a los que se han ido añadiendo desde 1990 los de las distintas Comunidades Autónomas y Diputaciones.

Previamente a ello y tras abordar la importancia de los datos de tráfico se indican las, cada vez, **mayores diferencias** existentes entre las tecnologías y datos necesarios según sea el **ÁMBITO de la red**, la **MAGNITUD DEL TRAFICO** y finalmente el **Uso** de los datos de tráfico (Urbano, Periurbano, Interurbano) que de una forma sencilla podemos dividir entre aquellos encaminados a programar las actuaciones sobre la red , cuya competencia radica en las Direcciones Generales de Carreteras y Ayuntamientos, y aquellas otras que tienen por finalidad la regulación, seguridad vial e información del tráfico existente y cuya competencia se sitúa en la Dirección General de Tráfico.

## **1. ACERCA DE LA TECNOLOGÍA ADECUADA. LOS DISTINTOS TIPOS DE RED.**

El tráfico por carretera en España como he indicado en otros lugares<sup>1</sup>, es un fenómeno que irrumpe en 1956 acompañado de fuertes variaciones en la actividad económica, social y territorial multiplicándose el número de km. recorrido por los viajeros en **35** veces y el nº de Tn-Km en **18** (hasta 1998). Ver **Gráfico 1.**

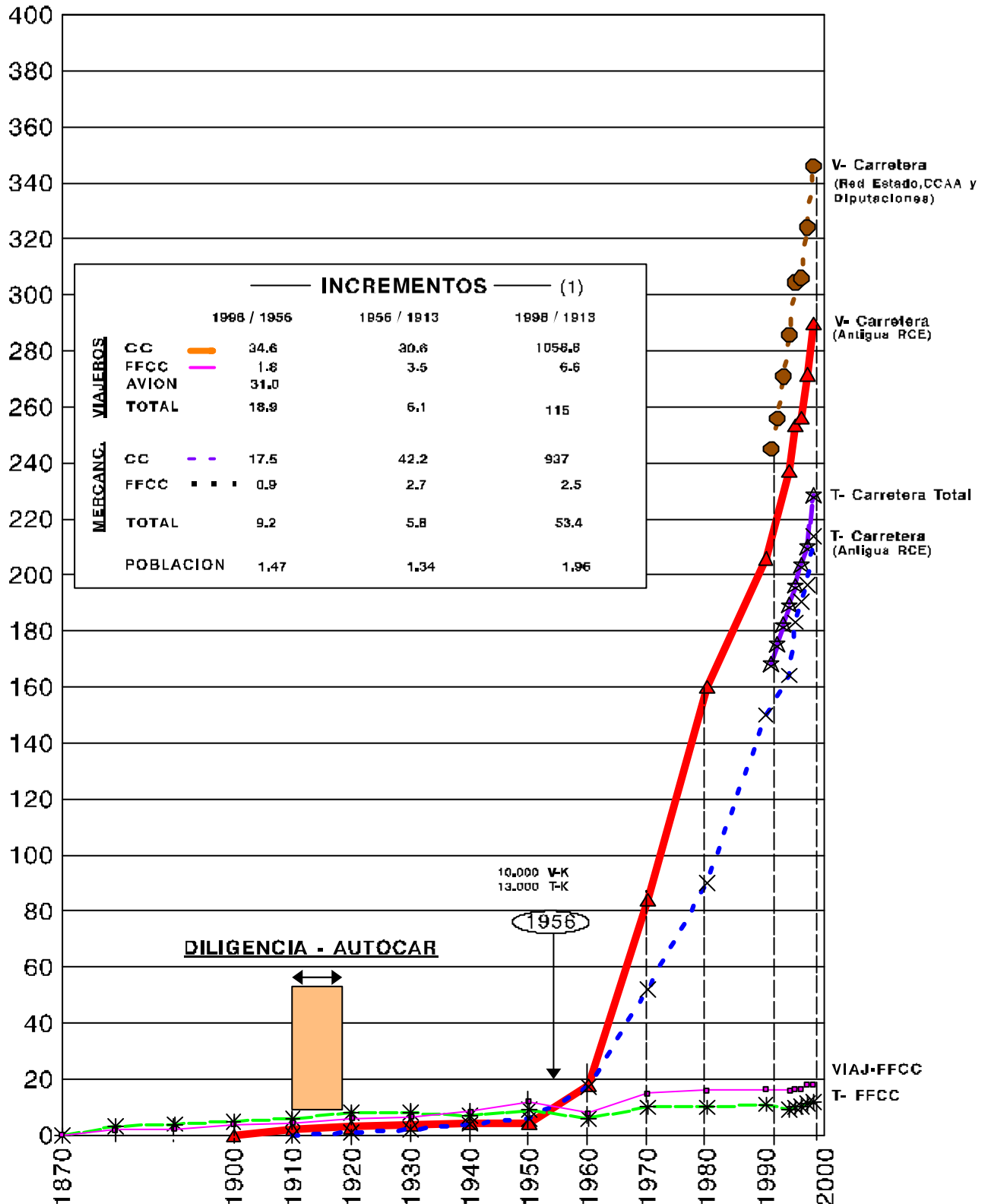
---

<sup>1</sup> Pedro Galán "Introducción a la Planificación". Curso de Transportes. FFE. "El Transporte de Viajeros". Jornadas sobre Auscultación y toma de Datos. Dic. 99. A.T.C. Cáceres

# TRAFICO DE VIAJEROS Y MERCANCIAS 1870-1998

EN LA RED DE CARRETERAS ( 163.273 Kms ) y FFCC (1)

TRAFICO(x 10<sup>9</sup>) ( Viajeros-Km o Tm-Km )



(1) De 1870 a 1998 figura la antigua Red de Carreteras del Estado y desde 1991 se ha considerado además la Red formada por el Estado, CCAA y Diputaciones ( 163273 Km ) y sobre ella se efectúa la comparación con el FFCC. Además existe un 4% más de tráfico en la Red interurbana de los Ayuntamientos (361.000 Km).

Ello ha producido un desarrollo tecnológico encaminado a cuantificar, el tráfico existente según las cada vez mayores y más variadas necesidades existentes, tanto por el usuario como por la Administración para el mejor uso y dimensionamiento de la vía.

Es pertinente señalar en este **I CONGRESO SOBRE SISTEMAS INTELIGENTES** donde las **últimas tecnologías** parecen elevarse, al margen de otras consideraciones, como un bien por sí mismas, lo cual, además de su simpleza, elude aspectos muy pertinentes:

1. **SOLO EN UNA PARTE MÍNIMA DE LA RED SON APLICABLES LAS TECNOLOGÍAS DE TIEMPO REAL.**
2. **LA RED COMPLETA DE CARRETERAS ES SÓLO PARCIALMENTE CONOCIDA.**
3. **CADA CARRETERA TIENE UNA TIPOLOGÍA, UN TRÁFICO Y UNA FUNCIÓN DISTINTA.**
4. **DE CADA CARRETERA HAY QUE CONOCER AQUELLA INFORMACIÓN QUE PERMITA OPTIMIZAR SU FUNCIÓN Y SU USO.**
5. LA **TECNOLOGÍA ADECUADA** es aquella que permite obtener la información imprescindible para su buena administración y que en una mayoría de los casos se reduce a su identificación, en catálogo y sobre el terreno, longitud, sección y tipo de firme con una referencia al menos cualitativa de la magnitud y distribución del tráfico.

Señalemos que para el conjunto de las carreteras interurbanas el tráfico oscila entre **1** y **250.000** vehículos al día.

Esta enorme diferencia entre tipos de red se recoge en los Cuadros 1 y 2 donde se clasifica la totalidad de la red según titularidad o tipología:

## CUADRO 1

### RED DE CARRETERAS Y TRÁFICO SEGÚN TITULARIDAD. AÑO 1998

| <u>RED INTERURBANA</u>         | LONGITUD<br>(Km) | I.M.D.<br>(veh. Día) | TRÁFICO TOTAL<br>(X10 <sup>6</sup> veh-Km) | % INTERURBANO | % TOTAL |
|--------------------------------|------------------|----------------------|--|---------------|---------|
| ESTADO                         | 23.842           | 11.096               | 96.965                                     | 48.9%         | 33.6%   |
| CC.AA.                         | 70.574           | 3.093                | 78.656                                     | 39.8%         | 27.4%   |
| DIPUTACIONES                   | 68.857           | 593                  | 14.907                                     | 7.6%          | 5.2%    |
| AYUNTAMIENTOS                  |                  |                      |  |               |         |
| Pavimentado                    | 109.984          | 125                  | 4.987                                      | 2.5%          | 1.7%    |
| No Pavimentado                 | 251.208          | 25                   | 2.297                                      | 1.2%          | 0.8%    |
| OTRO VIARIO                    | 11.355           | -                    | -  |               |         |
| TOTAL INTERURBANO              | 535.820          | 1009                 | 197.412                                    | 100%          | 68.8%   |
| <u>RED URBANA</u> <sup>2</sup> | 128.506          | 1.916                | 89.524                                     | -             | 31.2%   |
| TOTAL                          | 664.326          | 1183                 | 286.936                                    | -             | 100%    |

Fte. Area de Planificación. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento

En el cuadro 1 figura la longitud y tráfico por **titularidad de la red**. Como puede observarse hay **489698** km de red interurbana de titularidad de los Ayuntamientos<sup>3</sup> que no ha sido recogido hasta el

---

<sup>2</sup> La Red Urbana se obtuvo a partir de los consumos de combustibles en el año 1991.

Fte. Area de Planificación. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento

<sup>3</sup> Anuario Estadístico 1998. Ministerio de Fomento.

momento presente y que ha sido objeto de un inventario específico por parte del Ministerio de Fomento<sup>4</sup>.

En el **Cuadro 2** figura el tráfico en 1998 para el conjunto de redes interurbanas por tipo de vía. Como se puede observar las autopistas de peaje donde se centran los mayores avances y aplicaciones de las nuevas tecnologías, no recogen más que el **5.7%** del tráfico total interurbano.

## **CUADRO 2**

### **TRÁFICO Y LONGITUD DE LAS REDES DE CARRETERAS ORDENADAS POR TIPO DE VÍA Y PROVINCIA**

|   | <u>LONGITUD</u><br>(KM) | <u>TRÁFICO MEDIO</u><br>I.M.D.<br>(veh./día) | <u>TRAFICO TOTAL</u><br>(Veh x Km x 10 <sup>6</sup> ) |
|---|-------------------------|--|---|
| <b>RED TOTAL INTERURBANA<br/>(ESTADO, CCAA, DIPUTACIONES)</b> |                         |  |   |
| Autopistas de peaje   | 2.072 <sup>3</sup>      | 17.399                                       | 13.453  |
| Autovías  | 6.197                   | 22.993                                       | 52.009  |
| Convencional  | 155.004                 | 2.154  | 121.881   |
| <b><u>TOTAL REDES</u></b>                                     | <b>163.273</b>          | <b>3.210</b>                                 | <b>187.343</b>  |
| <b>RED DE CARRETERAS DEL ESTADO<br/>(RCE)</b>                 |                         |  |   |
| Autopistas de peaje   | 1.761                   | 17.479                                       | 11.235  |
| Autovías  | 4.937                   | 24.737                                       | 44.576  |
| Convencionales  | 17.144                  | 6.513  | 40.754  |
| <b><u>TOTAL R C E</u></b>                                     | <b>23.842</b>           | <b>11.096</b>                                | <b>96.565</b>   |

## **2. LA FINALIDAD DE LOS DISTINTOS DATOS DE TRÁFICO**

Tal y como se recogía en el preámbulo, existe una divisoria entre información destinada al **dimensionamiento y explotación** de la

<sup>4</sup> Vías de Dependencia Municipal. 1999. Ministerio de Fomento

Red, competencia de las Direcciones Generales de Carreteras y Ayuntamientos y aquella otra que tiene por finalidad la **regulación del tráfico** e **información al usuario** que debe ser en tiempo real y cuya competencia corresponde a **Dirección General de Tráfico.**

En el cuadro siguiente se resumen las competencias y finalidades de ambos organismos.

|                            | <b>D.G. CARRETERAS</b>   | <b>D.G. TRÁFICO</b>  |
|----------------------------|--|--|
| <b>FUNCIONES</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación de Actuaciones (Modal e Intermodal)</li> <li>- Proyectos (Geometría y Firmes)</li> <li>- Conservación y Explotación</li> <li>- Actuaciones, sobre Programas de Seguridad Vial en Carreteras</li> <li>- Coordinación con CAA y Diputaciones</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulación de Tráfico</li> <li>- Señalización circunstancial</li> <li>- Señalización variable</li> <li>- Gestión de tráfico para la mejora de la seguridad vial.</li> <li>- Información en tiempo real al usuario (Kuaka-Lumpur)</li> </ul> |
| <b>TIPO DE INFORMACIÓN</b> | <p>Sintetizada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Corto Plazo: Informes de coyuntura, Distribución</li> <li>Medio Plazo: Distribución de Variables puntual y agregada</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediciones en tiempo real</li> </ul>  |

### **3. UTILIZACIÓN DE LOS DATOS DE TRÁFICO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS**

De una forma sintética se indica a continuación la utilización de los datos de tráfico en las distintas tareas encomendadas a las distintas Direcciones Generales de Carreteras.

1. **Planificación intermodal.** Análisis del diseño e inversiones en los distintos modos. Requiere:
  - Conocimiento del reparto de viajeros en los distintos modos de transporte (turismo, autobús, tren, avión)
  - Conocimiento del reparto de mercancías en los distintos modos de transporte (camión, FFCC, barco y oleoductos...)

- Apoyo a los estudios de movilidad a partir de los datos de IMD, velocidad etc en los distintos tramos.
2. Planificación modal. Análisis y evaluación de las necesidades de actuaciones en cada tramo de red.  
  
Se requiere en la zona de estudio conocer la IMD, velocidad,  $IH_{30}$ , I/C ...
  3. Proyecto (Dimensionamiento) de una carretera
    - a) Dimensionamiento geométrico. Datos: Velocidad, Intensidad horaria, porcentaje de vehículos pesados ...)
    - b) Dimensionamiento de firmes (5 tipos en la norma 6.1 IC según el volumen de vehículos pesados IMDP)
  4. Conservación y Explotación. Actuaciones en función de la magnitud y distribución del tráfico.
  5. Financiación
    - a) Autopista de peaje → Realización del Plan Contable anual
    - b) Peaje en sombra → Anualidades en función del tráfico anual.
  6. Previsiones del tráfico futuro en una vía. Obtención a partir del tráfico actual, tráfico transferido e inducido y variables macroeconómicas.
    - Comparación con las previsiones realizadas para el conjunto de la red por la Dirección General de Carreteras.
  7. Programas de Seguridad vial. (Accidentalidad, mercancías peligrosas, velocidad, tráfico ...)
  8. Previsiones Macroeconómicas y Determinación del Tráfico total del Estado, CCAA y Diputaciones.
  9. Coordinación entre todas las Administraciones (Inversiones según necesidades. Ingresos según tráfico y consumos de combustibles)



## **4. EL PLAN NACIONAL DE AFOROS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS.**

El Plan Anual de Aforos introducido en España en 1960 sobre la entonces Red de Carreteras del Estado (80.000 km ) fue, junto al Inventario de Carreteras, una de las principales aportaciones tecnológicas de la Ayuda Americana para la realización del Plan de Carreteras, lo que supuso una modernización de las metodologías y funcionamiento de la Administración.

En el nº 71 de la revista RUTAS publiqué una revisión histórica de la utilización en España de los datos de tráfico en carreteras <sup>5</sup>

Con carácter anual se publica por parte de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y por la mayoría de las Direcciones Generales de Carreteras de las CCAA y Diputaciones, la orden en la que se recoge con la metodología y prescripciones para realizar el Plan de Aforos que sustancialmente consiste en la obtención en un conjunto significativo de puntos de la red y para unos períodos determinados de tiempo que varían entre unas horas y todos los días del año de un conjunto de datos referidos al tráfico que circula en esos puntos de manera que permita su expansión para todos los días del año y todos los puntos de la red.

La determinación del tráfico total (carretera, provincia o toda la red) se fundamenta en la afinidad o comportamiento similar existente entre tramos contiguos o próximos que sin tener el mismo tráfico en magnitud si disponen de una distribución (horaria, semanal, mensual, etc.) semejante.

Por ello basta que haya un número limitado de estaciones que toman datos continuamente (estaciones permanentes). Existe un escalonamiento que permite obtener los datos completos de las estaciones secundarias y cobertura en función de los coeficientes de las estaciones afines (permanente y primaria).

En el Anejo a esta Comunicación figuran varios cuadros donde se recoge el nº de estaciones, tipo y nº de días de funcionamiento (cuadro 3), el nº de equipos existentes, tipología y estaciones en tiempo real (cuadro 4) y los errores admisibles en los equipos y en la determinación de los indicadores de tráfico (cuadro 5)

Los ámbitos y variables principales obtenidos tras el desarrollo del Plan de Aforos es el siguiente:

### **ÁMBITO**

- Puntual

---

<sup>5</sup> Pedro Galán: "La información sobre tráfico en las redes de carreteras" Revista RUTAS. Nº 71. Marzo.Abril 1999

- Carretera
- Corredor
- Red total

### **VARIABLES PRINCIPALES**

- Tráfico total (IMD, IMDL, ...)
- Distribución por tipos de vehículos
- Distribución por intervalos temporales
- Obtención horas 30, 100 ...
- Obtención coeficientes afinidad (K, N, L, S)
- Obtención velocidades puntual ( $V_{30}$ ,  $V_{80}$ ,  $V_{90}$ ,  $V_{95}$ ,  $V_{recorrido}$ )
- Vehículos extranjeros
- Mercancías peligrosas
- Crecimientos (Puntuales y por tipo de vehículos)
- Variaciones (en uso de la red, etc...)

Los resultados del Plan de Aforos de la Red de Carreteras del Estado se recogen en las publicaciones siguientes:

- **Mapa anual de tráfico (DESDE 1960)**
  - Mapa general de la R.C.E.
  - Mapa de accesos
  - Mapa de vehículos pesados y mercancías peligrosas
  - Mapa de velocidades (puntuales y de recorrido)
- **Informes trimestrales de coyuntura**
- **Memoria de datos básicos (desde 1960)**
- **Diskette con los datos y coeficientes de expansión de todas las estaciones (desde 1993 acompañando el mapa de tráfico)**

- **CD-Rom de tráfico, accidentes y velocidades implementados en un S.I.G.**
- **Anuarios del Ministerio de Fomento**

Desde 1990 la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento viene coordinándose con el conjunto de Comunidades Autónomas y Diputaciones para obtener el tráfico total y su distribución en el conjunto de las redes de carreteras.

El dato total es el que figura en el cuadro 1 y su desagregación provincial, se recoge desde 1996 en los Anuarios estadísticos del Ministerio de Fomento.

En la actualidad la Dirección General de Carreteras está ultimando un CD-ROM con los datos de tráfico y accidentes de todas las estaciones de aforo e itinerarios y está completando la instalación en todas las estaciones permanentes un sistema de transmisión de datos en tiempo real (telemetría).

## **ANEJO**

### **CUADRO 3**

#### **EQUIPOS ESTACIONES DE TOMA DE DATOS EN LA D.G.C. - M° FOMENTO. 1999**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| - ESTACIONES PERMANENTES | 365 días                               |
| 210                      |  |
| - ESTACIONES PRIMARIAS   | 42 días (1 semana en 6 meses alternos) |
| 152                      |  |
| - ESTACIONES SECUNDARIAS | 12 días (2 días laborables en 6 meses  |
| alternos) 367            |  |
| - ESTACIONES COBERTURA   | 1-2 días laborables                    |
| 1.796                    |  |

### **CUADRO 4**

#### **N° ESTACIONES PERMANENTES EXISTENTES Y PREVISTAS EN TIEMPO REAL Y TIPOLOGÍA DE LOS EQUIPOS**

|   | <u>1999</u> | <u>2000</u> |
|---|-------------|-------------|
| - ESTACIONES PERMANENTES EN TIEMPO REAL       | 7           | 257         |
| - EQUIPOS TRAFICOM III<br>(Perm. 1°, 2°, Cob) | 335         | 575         |
| - EQUIPOS TRAFICOM I<br>(Cobertura)           | 265         |             |

### **CUADRO 5**

#### **ERRORES EN LOS EQUIPOS E INDICADORES DE TRÁFICO**

|  |                                 |                      |
|--|---------------------------------|----------------------|
| - ESTIMACIÓN VEH-KM ( TOTAL RED ) = 0,1% |                                 |                      |
| - DISPERSIÓN DE LOS DATOS                | COEF. VARIACIÓN ( $s/\bar{x}$ ) |                      |
|  | IMD: 1000 veh/dis               | IMD: 1000<br>veh/dis |
| ESTACIÓN PRIMARIA                        | 3.4 %                           | 1.9 %                |
| ESTACIÓN SECUNDARIA                      | 8.1 %                           | 3.9 %                |
| ESTACIÓN COBERTURA                       | 38.6 %                          | 17.7 %               |
| - ERROR DE LOS EQUIPOS TRAFICOM III      |                                 |                      |
| TRAFICO TOTAL                            | < 3 %                           |                      |
| DISTRIBUCIÓN POR TIPOS                   | < 2 %                           |                      |

# PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

## - MAPA ANUAL DE TRÁFICO ( DESDE 1960 )

- . MAPA GENERAL DE LA R.C.E.

- . MAPA DE ACCESOS

- . MAPA DE VEHÍCULOS PESADOS y MERCANCIAS PELIGROSAS

- . MAPA DE VELOCIDADES ( PUNTUALES y DE RECORRIDO )

## - INFORMES TRIMESTRALES DE COYUNTURA

## - MEMÓRIA DE DATOS BÁSICOS

## - DISKETTE DE TODAS LA ESTACIONES

## - CD-Rom DE TRÁFICO , ACCIDENTES CON SEGMENTACIÓN DINAMICA

## -ANUARIOS DEL MINISTERIO DE FOMENTO

# PLAN NACIONAL DE AFOROS ANUAL DESDE 1960 EN LA R.C.E.

## ÁMBITOS

- PUNTUAL: SECCIÓN o TRAMO HOMOGENEO
- RED TOTAL

## VARIABLES

- TRÁFICO TOTAL
- DISTRIBUCIÓN POR TIPOS DE VEHÍCULOS
- DISTRIBUCIÓN POR INTERVALOS TEMPORALES
- OBTENCIÓN HORAS 30, 100, .....
- OBTENCIÓN COEFICIENTES AFINIDAD ( K, N, L, S )
- OBTENCIÓN VELOCIDADES PUNTUAL ( $V_{30}$ ,  $V_{80}$ ,  $V_{90}$ ,  $V_{95}$ ,  $V_{\text{recorrido}}$ )
- VEHÍCULOS EXTRANJEROS
- MERCANCIAS PELIGROSAS
- CRECIMIENTOS ( PUNTUALES y por TIPO DE VEHÍCULOS )
- VARIACIONES ( EN USO DE LA RED, ETC.....)

## EQUIPOS ESTACIONES DE TOMA DE DATOS EN LA D.G.C. - M° FOMENTO. 1999

|                          |  |       |
|--------------------------|--|-------|
| - ESTACIONES PERMANENTES | 365 días                                 | 210   |
| - ESTACIONES PRIMARIAS   | 42 días ( 1 semana en 6 meses alternos ) | 152   |
| - ESTACIONES SECUNDARIAS | 12 días ( 2 días en 6 meses alternos )   | 367   |
| - ESTACIONES COBERTURA   | 1-2 días                                 | 1796  |
|                          |  | <hr/> |
|                          | TOTAL                                    | 2525  |

|   | 1999 | 2000                    |
|---|------|-------------------------|
| - ESTACIONES PERMANENTES EN TIEMPO REAL | 7    | 257                     |
| - EQUIPOS TRAFICOM III                  | 335  | 575 ( Perm. 1ª,2ª, Cob) |
| - EQUIPOS TRAFICOM I                    | 265  | ( Cobertura )           |



# UTILIZACIÓN DE LOS DATOS DE TRÁFICO EN LA D. G. CARRETERAS

## - PLANIFICACIÓN INTERMODAL

Viajeros tren, avión, bus, turismo

Mercancías Vehículo pesado, tren

Apoyo a los estudios de movilidad con IMD, velocidad ....

## - PLANIFICACIÓN MODAL → Necesidad, generación y Evaluación de Alternativas

Datos: IMD, I/C, IM30, Velocidad

## - PROYECTO DE UNA CARRETERA

a) DIMENSIONAMIENTO GEOMETRICO ( Datos: Velocidad, Int.horaria, % Pesados)

b) DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES ( 5 Tipos según IMDP )

## - CONSERVACIÓN y EXPLOTACIÓN → Estado del firme, Señalización pertinente

Uso y necesidad de vía de servicio, ramales, etc ....

## - FINANCIACIÓN

a) Autopistas de peaje → Plan contable anual

b) Peaje en sombra → Tráfico anual

## - PREVISIONES DEL TRÁFICO FUTURO EN UNA VÍA

Función tráfico actual, tráfico vías próximas y variables macroeconómicas

## - PROGRAMAS DE SEGURIDAD VIAL → Transportes peligrosos, velocidad

## - PREVISIONES MACROECONÓMICAS . TRÁFICO TOTAL

ESTADO

CCAA

DIPUTACIONES

## - ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTOS POR ADMINISTRACIONES

# ERRORES EN LOS EQUIPOS E INDICADORES DE TRÁFICO

- ESTIMACIÓN VEH-KM ( TOTAL RED ) = 91 %

| - COEFICIENTES VARIACIÓN | COEF. VARIACIÓN     |                       |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|
|                          | IMD: 1000 veh / dis | IMD : 10000 veh / dis |
| ESTACIÓN PRIMARIA        | 3.4 %               | 1.9 %                 |
| ESTACIÓN SECUNDARIA      | 8.1 %               | 3.9 %                 |
| ESTACIÓN COBERTURA       | 38.6 %              | 17.7 %                |

$$\text{COEFICIENTE VARIACIÓN} = 6 / \bar{X}$$

- ERROR DE LOS EQUIPOS TRAFICOM III

TRAFICO TOTAL < 3 %

DISTRIBUCIÓN POR TIPOS < 2 %

# FINALIDAD DE LOS DATOS DE TRÁFICO

Los medios deben adaptarse a las finalidades

Los medios no son buenos por si mismos

## - D.G.TRÁFICO

- . REGULACIÓN DE TRÁFICO
- . SEÑALIZACIÓN CIRCUNSTANCIAL
- . SEÑALIZACIÓN VARIABLE
- . GESTIÓN DE TRÁFICO PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL
- . INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL AL USUARIO ( Kuala - Lumpur )

TIPO DE INFORMACIÓN: Medio en tiempo real

## - D.G.CARRETERAS

- . PLANIFICACIÓN DE ACTUACIONES ( Modal e Intermodal )
- . PROYECTOS ( Geometría y Firmes )
- . CONSERVACIÓN y EXPLOTACIÓN
- . ACTUACIONES, SOBRE PROGRAMAS DE SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS
- . COORDINACIÓN CON CCAA y DIPUTACIONES

TIPO DE INFORMACIÓN: Sintetizada

Corto Plazo : Informes de coyuntura, Distribución

Medio Plazo : Distribución de variables puntual y agregada