

MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO DE LAS INFRAESTRUCTURAS: INTEGRACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL TRÁFICO EN LAS CARRETERAS DE CATALUÑA PARA SU REALIZACIÓN

PACK: 43.50 Ba

Martínez Moliné, M. Mercè
Departamento de Política Territorial y Obras Públicas
Generalitat de Catalunya
Av. Josep Tarradellas, 2-4-6
08029 Barcelona. España
Tel: 34 93 495 82 10
Fax; 34 934 958200
E-mail: wmmartinezm@gencat.net

RESUMEN

El conocimiento de la distribución diaria en los periodos diurno, de tarde y noche del tráfico de los vehículos ligeros y pesados en las carreteras es indispensable para el cálculo del nivel Lden con el que se elaborarán los mapas estratégicos del ruido. Para ello se ha estudiado la distribución horaria del tráfico en los periodos anteriores de las carreteras con una intensidad anual superior a 6.000.000 de vehículos lo cual ha permitido fijar también una metodología que facilitará, agilizará y ayudará a realizar con más rigor estos mapas estratégicos.

METODOLOGÍA

Para la elaboración de los mapas estratégicos del ruido de las infraestructuras lineales del transporte y concretamente de las carreteras de la Generalitat de Catalunya, se planteó una metodología que agilizará y dará más rigor a los resultados obtenidos.

Esto llevó a la necesidad de tener un conocimiento más profundo de la distribución del tráfico a lo largo de los tres periodos: diurno, de tarde y nocturno lo más aproximado posible a la realidad, y permitirá fijar unos índices más reales para su cálculo.

Básicamente la metodología seguida es la siguiente:

1. recopilación de datos: elaboración de un listado de los tramos de carreteras con una intensidad superior a los 6.000.000 de vehículos anuales actualizado en el año 2004
2. cartografía de los tramos definidos en UTM a escala 1:25.000
3. cálculo del Lden para cada tramo
4. cartografía de los tramos a escala 1:25.000 con las isófonas de los valores Lden.

Primero se recopilaron los datos de las estaciones de aforo permanentes y primarias situadas en los tramos con una IMD (Intensidad media diaria) superior a 16.000 vehículos/día.

Las estaciones de aforo permanente son aquellas en las que se aforan las veinticuatro horas del día, todos los días o la mayor parte de los días del año. Se instalan en los tramos de carretera donde se considera esencial el exacto conocimiento de los datos del tráfico, bien por la importancia de la vía o por considerarla representativa de la red en relación con el tráfico y a su distribución.

Las estaciones primarias aforan las 24 horas del día durante todos los días de una semana en meses alternos.

En los 46 tramos estudiados, los meses en los que la IMD se acerca más a la IMD media anual son los de marzo, abril y octubre, noviembre. Se escogieron prioritariamente los datos del mes de noviembre y concretamente de la tercera semana ya que en ella no hay ningún día festivo que pudiera falsear el resultado. Dependiendo de los tramos los días seleccionados fueron de lunes a jueves o bien jueves lunes y martes.

ANÁLISIS

Se optó por diferenciar entre vehículos ligeros (v.l.) y vehículos pesados (v.p.) para cada periodo.

En la tabla 1, se observan los tramos y el porcentaje de los v.l. y v.p. para cada periodo.

| Tramo | Ctra. | IMD | % v. p. | Per. diurno | | Per. tarde | | Per. nocturno | |
|--|-------|--------|---------|-------------|--------|------------|--------|---------------|--------|
| | | | | % v.l. | % v.p. | % v.l. | % v.p. | % v.l. | % v.p. |
| Sabadell - C-1.415 a (Castellar) | B-124 | 29.676 | 7,23 | 70 | 85 | 21 | 7 | 9 | 8 |
| N-150 (Sabadell) - Santa Perpètua de la Mogoda (AP-7) | B-140 | 18.887 | 10 | 70 | 80 | 20 | 11 | 10 | 8 |
| N-420a (Reus) - inter. C-37 (Alcover) | C-14 | 20.226 | 14,22 | 75 | 80 | 18 | 10 | 7 | 10 |
| C-31 (Vilanova i la Geltrú) - C-32 | C-15 | 20.371 | 7,32 | 75 | 85 | 18 | 8 | 7 | 7 |
| C-32 - N-340 (Vilafranca del Penedès) | C-15 | 20.994 | 10,3 | 75 | 85 | 19 | 8 | 6 | 7 |
| C-16C (Sant Fruitós de Bages) - Gironella sud | C-16 | 29.485 | 6,18 | 75 | 80 | 18 | 13 | 7 | 7 |
| Gironella sud - Gironella nord | C-16 | 16.854 | 7,81 | 75 | 85 | 18 | 10 | 7 | 5 |
| C-33 (Trinitat) - C-59 | C-17 | 51.397 | 5,67 | 70 | 85 | 16 | 7 | 14 | 8 |
| C-59 - Accés C-33 | C-17 | 61.330 | 9,32 | 75 | 85 | 15 | 6 | 10 | 9 |
| Accés C-33 - C-35 (Granollers) | C-17 | 81.303 | 12,7 | 70 | 80 | 23 | 11 | 7 | 9 |
| C-1415b (Canovelles) - BP-1432 | C-17 | 49.112 | 7,78 | 75 | 85 | 18 | 6 | 7 | 9 |
| BP-1432 - N-152 a (La Garriga) | C-17 | 33.212 | 15,63 | 70 | 80 | 19 | 13 | 10 | 7 |
| N-152 a (La Garriga) - C-1413 (acceso Centelles y Hostalets) | C-17 | 31.514 | 9,79 | 75 | 80 | 18 | 10 | 7 | 10 |
| C-1413 (Acceso Centelles y Hostalets) - N-152 a Vic (enlace sur) | C-17 | 40.087 | 11,56 | 75 | 75 | 18 | 16 | 7 | 9 |

| | | | | | | | | | |
|---|-------|-------------|-------|----|----|----|----|----|----|
| N-152 a Vic (enlace sur) - Enlace C-25 D | C-17 | 19.669 | 13,56 | 75 | 85 | 19 | 6 | 6 | 9 |
| Enlace C-25 D - Inicio tronco común C-25 / C-17 | C-17 | 20.105 | 18,58 | 75 | 80 | 19 | 12 | 6 | 8 |
| Final tronco común - Enlace C-37, Vic (Pla de Torroella) | C-17 | 29.826 | 8,01 | 75 | 85 | 19 | 6 | 6 | 8 |
| final tramo común con C-17 – Enlace N-141 (Caldetenes) | C-25 | 17.129 | 17,83 | 75 | 75 | 19 | 15 | 6 | 10 |
| N-152 a (Granollers) - Cardedeu | C-251 | 21.477 | 8,29 | 70 | 80 | 22 | 15 | 8 | 6 |
| Figueres (rotonda) - C-260z, Vila- sacra | C-260 | 23.370 | 3,77 | 80 | 85 | 15 | 10 | 5 | 5 |
| C-260 z, Vila-sacra - Castelló d'Empúries | C-260 | 25.571 | 4,06 | 80 | 90 | 15 | 6 | 5 | 4 |
| Castelló d'Empúries - Roses (final carretera) | C-260 | 25.542 | 3,27 | 80 | 90 | 16 | 6 | 4 | 4 |
| N-II (Figueres) - Figueres (rotonda) | C-260 | 26.477 | 5,59 | 80 | 90 | 16 | 7 | 4 | 3 |
| C-15 (Vilanova i la Geltrú) - enlace C-32 (Sitges oeste) | C-31 | 22.996 | 4,47 | 75 | 85 | 16 | 6 | 9 | 9 |
| enlace C-32 (Les Botigues) - acceso C-32 (Castelldefels, La Pineda) | C-31 | 16.611 | 17,08 | 70 | 75 | 20 | 7 | 10 | 18 |
| Ronda del Litoral - inicio concesión | C-31 | 85.313 | 5,87 | 70 | 80 | 22 | 10 | 9 | 10 |
| C-65 (Santa Cristina d'Aro) - GI- 662 | C-31 | 23.704 | 5,39 | 80 | 90 | 15 | 4 | 5 | 6 |
| C-32 (Sant Boi de Llobregat) - C- 31 (El Prat de Llobregat) | C-31C | 44.542 | 10,2 | 70 | 85 | 22 | 9 | 8 | 6 |
| C-251, Llinars del Vallès - Límite com. Vallès Oriental / La Selva | C-35 | 19.592 | 11,9 | 70 | 90 | 21 | 4 | 9 | 5 |
| N-II (Vidreres) - C-63 (Vidreres) | C-35 | 21.932 | 5,64 | 75 | 85 | 19 | 6 | 6 | 9 |
| C-63 (Vidreres) - C-65 (Llagostera) | C-35 | 16.672 | 5,79 | 80 | 85 | 15 | 8 | 5 | 7 |
| C-55 - Enlace C-1414 (Esparreguera) | C-55 | 28.867 | 8,28 | 70 | 85 | 20 | 5 | 10 | 10 |
| Enlace C-58 - Enlace C-16 (Manresa) | C-55 | 27.163 | 12,65 | 70 | 85 | 21 | 5 | 9 | 10 |
| C-33, (Barcelona) - Acceso Ripollet | C-58 | 14.690 4 | 12,81 | 68 | 80 | 20 | 10 | 13 | 10 |

| Tramo | Ctra. | IMD | % v. p. | Per. diurno | | Per. tarde | | Per. nocturno | |
|---|--------|--------|---------|-------------|-------|------------|-------|---------------|-------|
| | | | | % v.l | % v.p | % v.l | % v.p | % v.l | % v.p |
| Acceso A-7 - enlace C-16 (Terrassa) | C-58 | 91.750 | 6,98 | 70 | 85 | 20 | 5 | 10 | 10 |
| Terrassa (B-120) - B-245 | C-58 | 33.058 | 8,84 | 70 | 85 | 20 | 4 | 10 | 11 |
| AP-7, Martorelles - C-155 (Palau-solità i Plegamans) | C-59 | 39.241 | 14,92 | 70 | 85 | 19 | 8 | 11 | 7 |
| C-250 (Santa Cristina d'Aro-norte) - C-31, Llagostera (Costa de l'Alou) | C-65 | 33.850 | 4,6 | 75 | 85 | 19 | 5 | 6 | 10 |
| C-253a (Llagostera) - C-250 PK 13,436 (Cassà de la Selva-Sur) | C-65 | 21.264 | 5,44 | 75 | 90 | 19 | 5 | 6 | 5 |
| A-7 (Sant Julià de Ramis) - C-150a (Banyoles) | C-66 | 25.971 | 7,39 | 70 | 85 | 24 | 9 | 6 | 6 |
| GI-600(Blanes) - C-63 (Lloret de Mar) | GI-682 | 26.211 | 4,65 | 75 | 85 | 19 | 10 | 6 | 5 |
| C-16c, Sant Fruitós de Bages - Enlace C-16 / N-141c | N-141c | 19.550 | 6,32 | 70 | 85 | 23 | 8 | 7 | 7 |
| Rambla Ibèria - Acceso a P.I. Santa Margarida | N-150 | 28.588 | 10,52 | 70 | 75 | 23 | 17 | 7 | 8 |
| Accés P.I. Santa Margarida - C-58a, Terrassa (C-243) | N-150 | 29.895 | 9,14 | 70 | 85 | 21 | 7 | 9 | 8 |
| C-17 Granollers - C-352 | N-152a | 45.719 | 6,74 | 70 | 85 | 23 | 9 | 7 | 6 |
| N-240 (Reus) - inter. T-314 | T-310 | 26.995 | | 75 | 85 | 20 | 10 | 5 | 5 |

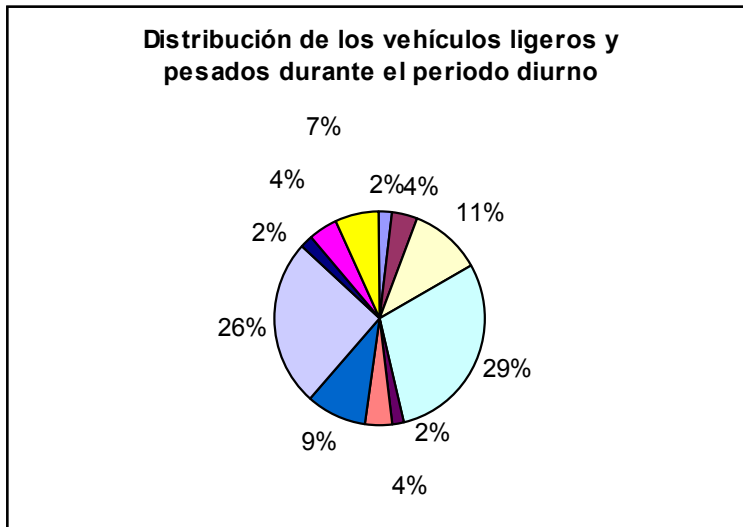
 Est. Permanentes
 Est. Primarias

Tabla 1

Clasificación de los tramos en función de la distribución del tráfico de los vehículos ligeros y pesados

Periodo diurno (7 h a 19 h)

Las combinaciones que obtenemos para los vehículos ligeros y pesados son las que aparecen en la tabla 2 en la que también se muestra su frecuencia

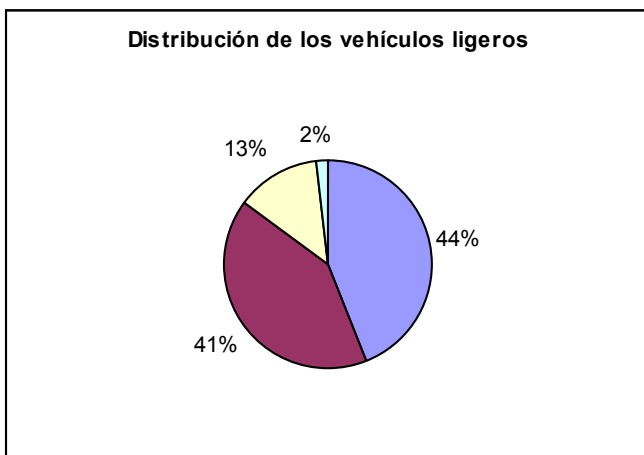


Gráfica 1

| v.l- v.p. | Frecuencia % |
|--------------|-----------------|
| 68-80 | 2 |
| 70-75 | 4 |
| 70-80 | 11 |
| 70-85 | 29 |
| 70-90 | 2 |
| 75-75 | 4 |
| 75-80 | 9 |
| 75-85 | 26 |
| 75-90 | 2 |
| 80-85 | 4 |
| 80-90 | 7 |

Tabla 2

La distribución de los vehículos ligeros es la que muestra la gráfica 2 y la tabla 3.

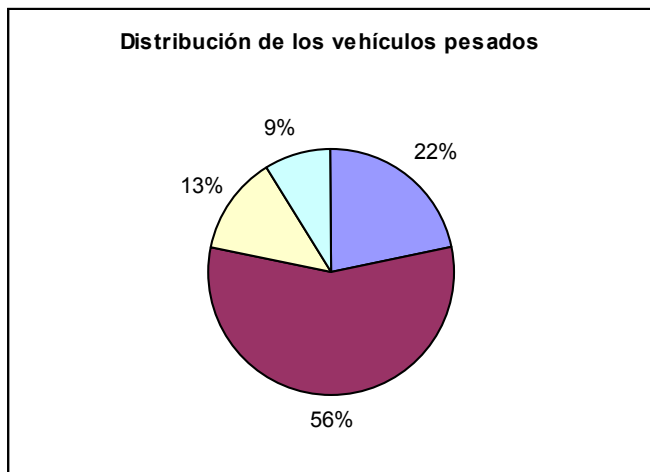


Gráfica 2

| v.l | Frecuencia % |
|-----|-----------------|
| 68 | 2 |
| 70 | 44 |
| 75 | 41 |
| 80 | 13 |

Tabla 3

Los vehículos pesados se muestran en la gráfica 3 y la tabla 4.



Gráfica 3

| v.p. | Frecuencia % |
|------|--------------|
| 80 | 22 |
| 85 | 56 |
| 90 | 13 |
| 75 | 9 |

Tabla 4

Así:

1. El 78% de los tramos estudiados mantienen una proporción del 80 y 85 % de vehículos pesados siendo el más frecuente el 85 % y el 70, 75 y 80% de ligeros que circulan durante el periodo diurno, siendo el más frecuente el 70 %. Estos tramos corresponden a grandes ejes del transporte que comunican núcleos de población importante con zonas industriales de cierta envergadura (C-15 Vilanova i la Geltrú-Vilafranca del Penedès; C-16 Sant Fruitós de Bages- Gironella; C-17 Barcelona-Granollers; C-55 Barcelonès-Bages; C-58 Barcelonès-Vallès Occidental; N-152 Granollers, etc.).
2. El 13% de los tramos estudiados mantienen una proporción del 90% de vehículos pesados y del 70, 75 y 80% de los ligeros que circulan durante el periodo diurno, siendo el más frecuente el 80%. Éstos corresponden a tramos de carreteras que se dirigen a zonas costeras de interés turístico (C-260 Vilasacra-Roses; C-31 Santa Cristina d'Aro; C-65 Llagostera-Cassà de la Selva).
3. El 9% restante mantienen una proporción del 75% de vehículos pesados y el 75 y 70% de los ligeros que circulan durante el periodo diurno.

Periodo nocturno (19 h a 23 h)

Las distribuciones son mucho más heterogéneas como se observa en la tabla 1, siendo algo más frecuentes las combinaciones 7% - 7%, 7% - 9%, 6% - 8%, 6% - 9%, 6% - 10%, y 10% - 10% para los vehículos ligeros y pesados respectivamente.

Para los vehículos ligeros, los más frecuentes son el 7, 8 y 9% con una frecuencia del 19% de los tramos, siendo el 7% el más frecuente (tabla 5).

Para los pesados se repiten los más frecuentes, pero en este caso el porcentaje más frecuente es el 9% (tabla 6).

| v.l | frecuencia % |
|-----|--------------|
| 6 | 10 |
| 7-9 | 19 |
| 10 | 7 |

Tabla 5

| v.p | frecuencia % |
|-----|--------------|
| 5 | 6 |
| 6 | 5 |
| 7-9 | 25 |
| 10 | 9 |

Tabla 6

Para los tramos de carreteras que se dirigen a zonas costeras, las distribuciones oscilan entre el 4 y el 6% para los vehículos ligeros y el 4 y el 7% para los pesados, como muestra la tabla 7.

| v.l-v.p. % | Frecuencia % |
|---------------|-----------------|
| 4-4 | 16 |
| 5-4 | 16 |
| 5-5 | 16 |
| 5-6 | 16 |
| 5-7 | 16 |
| 6-5 | 16 |

Tabla 7

Periodo de tarde (23 h a 7 h)

Para simplificar el estudio, se optó por clasificar los tramos en dos estándares:

1. Tramos de carreteras que corresponden a grandes ejes del transporte que comunican núcleos de población importante con zonas industriales de cierta envergadura con una distribución para los vehículos ligeros y pesados en el periodo diurno de 70% y 85% y 7% y 9% para el nocturno. Así, en el periodo de tarde correspondería la proporción de 23% y 6% para ligeros y pesados respectivamente.
2. Tramos de carreteras que se dirigen a zonas costeras con una distribución para los vehículos ligeros y pesados en el periodo diurno de 80% y 90% y en el nocturno de 5% y 6%. Así, en el periodo de tarde correspondería la proporción de 15% y 4% para ligeros y pesados respectivamente.

CONCLUSIONES

Se podrían aplicar las proporciones de 70% en el periodo diurno, 23% en el de tarde y 7% en el nocturno para los vehículos ligeros y 85%, 6% y 9% para los pesados y en los periodos respectivos en la mayoría de los tramos a excepción de los que se dirigen a zonas costeras

cuya distribución a aplicar sería de 80%, 15% y 5% para los vehículos ligeros y 90%, 4% y 6% para los pesados en los periodos respectivos.

Tal como se muestra en el anejo, el valor L_{den} en los dos estándares de carreteras no supone una diferencia importante, pero sí lo es para el cálculo de los valores límite en el periodo nocturno.

Estas distribuciones no solo son útiles en acústica para el cálculo de los niveles equivalentes o el nivel L_{den} del ruido producido por el tráfico rodado sino que también pueden ser de gran utilidad en otros campos (emisión de contaminantes atmosféricos producida por el tráfico de vehículos, elaboración de mapas de capacidad, etc.)

ANEJO

Cálculos L_{den} y valores límite en una carretera hipotética:

IMD 20.000

10 % vehículos pesados

velocidad de 80 km/h, tráfico fluido y en llano

| Estándar 1 | 70-23-7 | 85-6-9 | | |
|------------|---------|--------|--------------|---------------------|
| Periodo | | | | |
| Diurno | 65,21 | 65,51 | 68,38 | |
| Tarde | 65,15 | 58,77 | 66,05 | |
| Nocturno | 56,97 | 57,52 | 60,27 | |
| | | | 69,59 | L den |
| | | | | Leq |
| Diurno | 65,20 | 64,56 | 67,90 | Leq diurno |
| Nocturno | 56,97 | 57,52 | 60,27 | Leq nocturno |

| Estándar 2 | 80-15-5 | 90-4-6 | | |
|------------|---------|--------|--------------|---------------------|
| Periodo | | | | |
| Diurno | 65,79 | 65,76 | 68,79 | |
| Tarde | 63,29 | 57,01 | 64,21 | |
| Nocturno | 55,51 | 55,76 | 58,65 | |
| | | | 68,82 | L den |
| Diurno | 65,29 | 64,70 | 68,01 | Leq diurno |
| Nocturno | 55,51 | 55,76 | 58,65 | Leq nocturno |

Cálculos : Estándar 1

70 %-23 %-7 % para vehículos ligeros.
85 %-6 %-9 % para vehículos pesados.

Periodo diurno:

$$Q_{\text{ligeros}} = \text{IMD}_{\text{ligeros}} \times 70 / 100 \times 12 = \text{IMD}_{\text{ligeros}} / 17$$

$$Q_{\text{pesados}} = \text{IMD}_{\text{pesados}} \times 85 / 100 \times 12 = \text{IMD}_{\text{pesados}} / 14$$

Periodo de tarde:

$$Q_{\text{ligeros}} = \text{IMD}_{\text{ligeros}} \times 23 / 100 \times 4 = \text{IMD}_{\text{ligeros}} / 17$$

$$Q_{\text{pesados}} = \text{IMD}_{\text{pesados}} \times 6 / 100 \times 4 = \text{IMD}_{\text{pesados}} \times 0.015$$

Periodo nocturno:

$$Q_{\text{ligeros}} = \text{IMD}_{\text{ligeros}} \times 7 / 100 \times 8 = \text{IMD}_{\text{ligeros}} \times 0.009$$

$$Q_{\text{pesados}} = \text{IMD}_{\text{pesados}} \times 9 / 100 \times 8 = \text{IMD}_{\text{pesados}} \times 0.011$$

Q vehículos/hora

Estándar 2

80 %-15 %-5 % para vehículos ligeros.
90 %-4 %-6% para vehículos pesados.

Periodo diurno:

$$Q_{\text{ligeros}} = \text{IMD}_{\text{ligeros}} \times 80 / 100 \times 12 = \text{IMD}_{\text{ligeros}} / 15$$

$$Q_{\text{pesados}} = \text{IMD}_{\text{pesados}} \times 90 / 100 \times 12 = \text{IMD}_{\text{pesados}} / 13$$

Periodo de tarde:

$$Q_{\text{ligeros}} = \text{IMD}_{\text{ligeros}} \times 15 / 100 \times 4 = \text{IMD}_{\text{ligeros}} / 27$$

$$Q_{\text{pesados}} = \text{IMD}_{\text{pesados}} \times 4 / 100 \times 4 = \text{IMD}_{\text{pesados}} \times 0.01$$

Periodo nocturno:

$$Q_{\text{ligeros}} = \text{IMD}_{\text{ligeros}} \times 5 / 100 \times 8 = \text{IMD}_{\text{ligeros}} \times 0.006$$

$$Q_{\text{pesados}} = \text{IMD}_{\text{pesados}} \times 6 / 100 \times 8 = \text{IMD}_{\text{pesados}} \times 0.008$$