



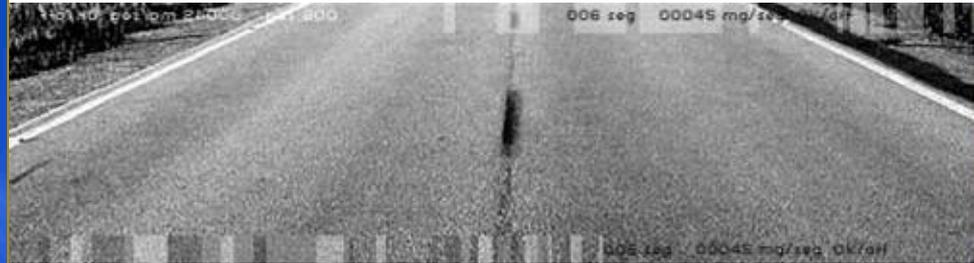
technet



Ajuntament
Granollers



**Generalitat
de Catalunya**



CARACTERIZACIÓN DE LAS EMISIONES DEL TRÁFICO EN GRANOLLERS



Antecedentes

El tráfico rodado es la mayor fuente de contaminación

- La contaminación atmosférica supone un riesgo para la salud pública, y en el ámbito urbano el tráfico de los vehículos de combustión es **la mayor fuente de emisiones perjudiciales**.
- En los últimos años las administraciones públicas han venido aprobando nuevas normativas más restrictivas y adoptando medidas para **proteger la calidad del aire** de las ciudades:
 - Plan de actuación para la mejora de la Calidad del Aire 2011-2015 en Cataluña (en tramitación) que dará continuidad al anterior aprobado el 2007.
 - Pla nacional de mejora de la calidad del aire (aprobado por el Consejo de ministros el noviembre de 2011)
 - Pla Director de Mobilitat de la Regió Metropolitana de Barcelona 2008-2012
 - Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015
 - Plans de Mobilitat Urbana
- Para fijar los objetivos de reducción de emisiones estos planes se basan en estimaciones y modelos, sin contar con datos de emisiones reales. Para contrastar estas estimaciones y aplicar nuevas políticas de movilidad eficientes **es necesario contar con datos empíricos y fiables**.

El RSD

Medición remota de emisiones y consumos

- La tecnología utilizada son los dispositivos de medición a distancia (**RSD - *Remote Sensing Devices***), los cuales recogen:
 - CO, CO₂, HC, PM y NO_x
 - Velocidad, Aceleración y Potencia específica (VSP)
 - Indicador de Consumo
 - Condiciones ambientales (presión, humedad y temperatura)
 - Situación geográfica (incorpora un GPS).
 - Fotografía de la placa de matrícula (edad, cilindrada, lugar de matriculación...)
- Los dispositivos son capaces de recoger **gran cantidad de muestras**, en condiciones reales de circulación y sin que los vehículos se detengan
- El sistema va acompañado de **una señal luminosa** que muestra de manera instantánea a los conductores si sus emisiones reales son elevadas o están dentro de la normalidad
- **El sistema es portátil** y se puede desplegar en las ubicaciones más representativas del tráfico interno y de paso, entrada o salida de la ciudad

Objetivos

Los datos empíricos permiten crear políticas de movilidad eficientes

- Mostrar a los conductores las emisiones reales asociadas a sus vehículos y **concienciar a la población** acerca del impacto que tiene el tráfico rodado sobre el medio ambiente y la salud pública. A su vez, alertar de la posible necesidad de reparar vehículos con alto perfil emisor
- **Caracterizar el parque circulante** en el municipio de Granollers en materia de emisiones y consumos, detallando los valores por tipología de los vehículos y su normativa Euro
- Aportar información de **las emisiones reales** del parque de vehículos, más allá de los factores de emisión comúnmente utilizados para realizar inventarios de emisiones (típicamente CORINAIR/COPERT4)
- Orientar, mejorar y desarrollar **políticas eficientes** de gestión del tráfico motorizado y reducción del impacto ambiental asociado

Metodología

Trabajo de campo y análisis de datos

- Recopilación de información empírica e in situ del tráfico rodado. En total **11 sesiones**
- Correlación de la información recogida en campo con las bases de datos oficiales de registros de vehículos: **características técnicas** y tipologías de vehículos
- Definición de los umbrales de emisión que corresponden al **5% de vehículos más contaminantes**
- **Análisis estadístico** de datos para identificar aquellos grupos más contaminantes y obtener conclusiones
- La ubicaciones se eligieron con los siguientes requisitos:
 - Dos puntos: acceso al centro urbano y acceso a la ciudad
 - Mono-carril y con pendiente positiva, aunque fuera pequeña
 - Con bastante flujo de vehículos para asegurar el máximo número de registros

Número de registros obtenidos

La gran cantidad de información aporta peso estadístico

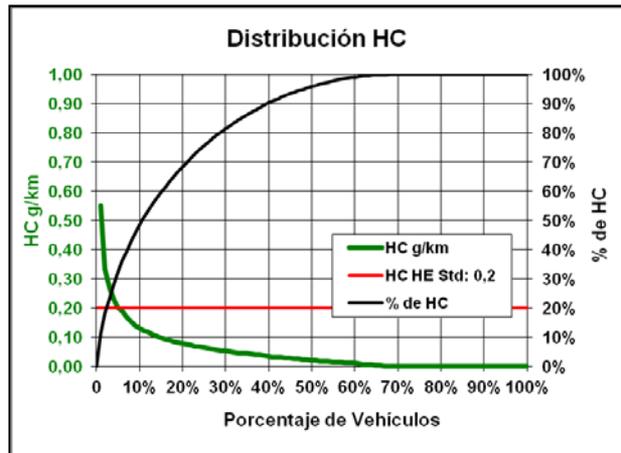
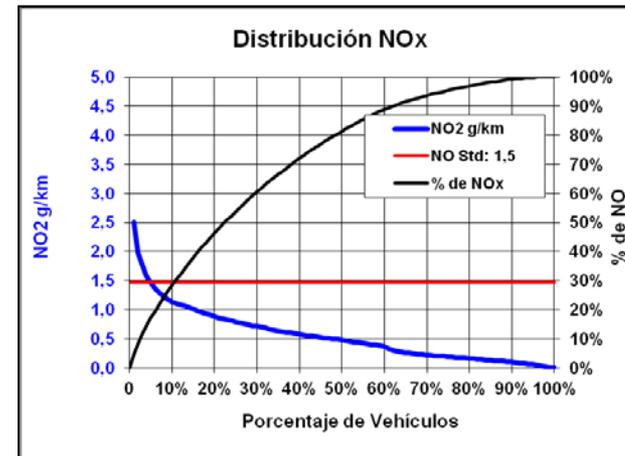
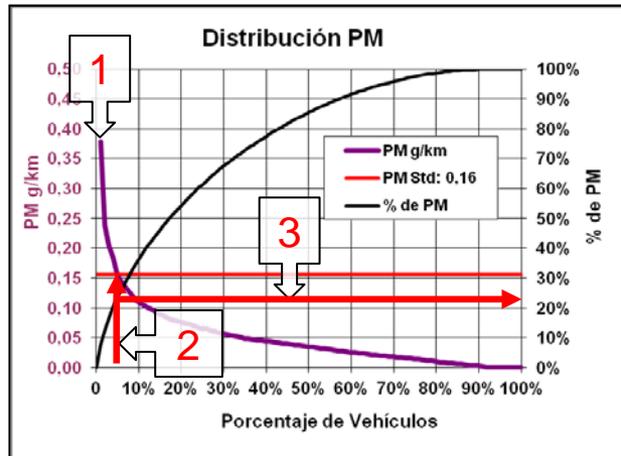
Fecha	Punto	Pendiente(%)	Registros de Emisiones	Vehículos Únicos
12/12/11 am	Av. Marie Curie	1,0	911	891
12/12/11 pm	Av. Marie Curie	1,0	842	828
13/12/11 am	Av. Marie Curie	1,0	1.262	1.210
13/12/11 pm	Av. Marie Curie	1,0	951	941
14/12/11 am	C. San Jaume	0,6	1.197	1.053
14/12/11 pm	C. San Jaume	0,6	598	569
15/12/11 am	Av. Marie Curie	1,0	1.428	1.365
15/12/11 pm	Av. Marie Curie	1,0	800	791
16/12/11 am	C. San Jaume	0,6	289	264
16/12/11 pm	C. San Jaume	0,6	700	646
17/12/11 am	C. San Jaume	0,6	997	904

Tipo	RSD	Granollers	%
Motocicletas	15	3.175	0,47%
Turismos	6.986	28.270	24,71%
Autobuses	16	34	47,06%
Furgonetas	424	2.703	15,69%
Camiones (M)	384	917	41,88%
Camiones (G)	14	364	3,85%
Total	7.839	35.463	22,10%

Ajuntament de Granollers	
Puntos de Medida	2
Registros válidos de emisiones (totales)	9.974
Vehículos únicos (totales)	7.839
Registros homogeneizados (VSP 3-23 WK/t)	4.468
Vehículos únicos homogeneizados (VSP 3-23 WK/t)	3.897

Cálculo de límites de emisión

Ejemplo para turismos diesel



1. Los registros **se ordenan** por valores decrecientes de emisión
2. Se calcula el punto de corte correspondiente al **5%** de los vehículos con mayor impacto (grandes emisores)
3. Se calcula el porcentaje de las emisiones totales correspondientes al grupo de **grandes emisores**

Límites de emisión

Se fijan puntos de corte para el porcentaje más emisor

- Umbrales de emisión para el 5% más contaminante de la flota

TIPO	Umbrales (g/Km)			Núm. Vehículos			% Emisiones		
	PM	NO _x	HC	PM	NO _x	HC	PM	NO _x	HC
Turismo (Diesel)	0,16	1,5	0,2	98	95	106	22%	16%	30%
Turismo (Gasolina)	0,10	1,7	1,0	54	53	47	45%	38%	50%
Furgoneta (Diesel)	0,38	2,3	0,5	11	12	12	21%	17%	29%
Furgoneta (Gasolina)	0,37	3,5	3,9	1	1	1	28%	29%	23%
Camión Medio	0,45	5,3	1,7	10	10	10	21%	17%	47%
Camión Pesado	0,83	13,3	1,2	1	1	1	26%	9%	24%
Motocicleta	0,07	1,6	0,6	1	1	1	19%	14%	31%
Autobús	0,95	9,3	3,2	1	1	1	16%	9%	18%
Completa	0,19	2,0	0,5	175	182	176	29%	25%	53%

- A modo general, es fácil observar como una pequeña porción de la flota (**5%**) es responsable de un porcentaje significativo de las emisiones totales (**10-50%**)

Caracterización de la Flota

Se analizan los vehículos registrados según su clase y edad

- Por tipología y norma Euro

Tipo	PRE-EUR	EUR 1/I	EUR 2/II	EUR 3/III	EUR 4/IV	EUR 5/V	Total
MOTO	1	1	4	9			15(*)
TURISMO	89	201	861	2.252	2.758	825	6.986
Diesel	10	39	376	1.320	2.014	625	4.384
Gasolina	79	162	485	932	744	200	2.602
BUS	1	1	5	5	2	2	16(*)
FURGONETA	20	17	41	122	154	70	424
Diesel	11	16	40	119	146	67	399
Gasolina	9	1	1	3	8	3	25(*)
CAMIÓN (M)	3	10	40	118	122	91	384
CAMIÓN (G)		1		3	7	3	14(*)
TOTAL	114	231	951	2.509	3.043	991	7.839

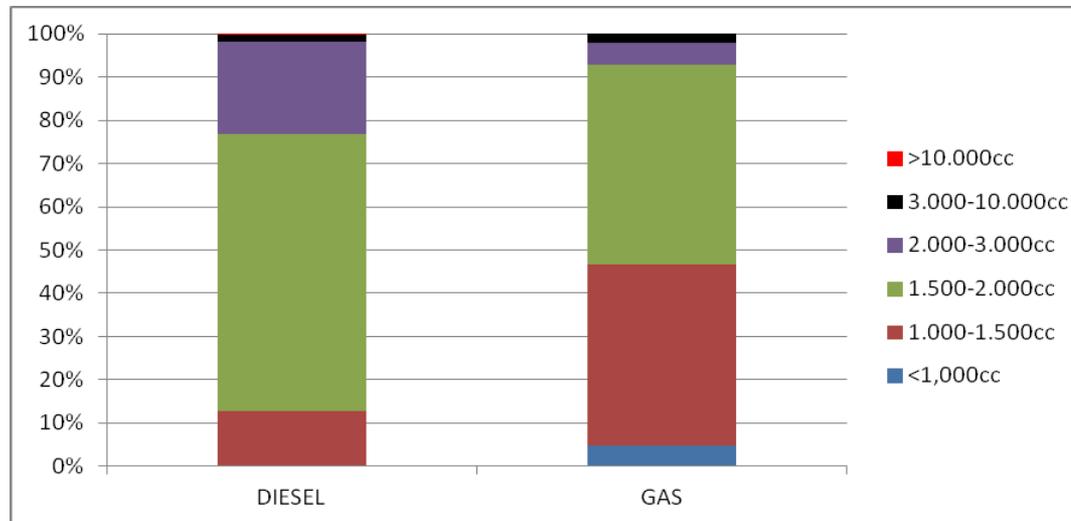
- Turismos Euro **3/III** y Euro **4/IV** los más numerosos
- (*) Debido a las características de los puntos de control, el número de registros para algunas tipologías fue reducido (p.e camiones pesados)

Caracterización de la Flota (Cont.)

Se analizan los vehículos registrados según su cilindrada y combustible

- Por motorización y cilindrada

Tipo	Cilindrada						Grand Total
	<1.000cc	1.000-1.500cc	1.500-2.000cc	2.000-3.000cc	3.000-10.000cc	>10.000cc	
Diesel	3	655	3.330	1.160	82	11	5.197
Gasolina	126	1.105	1.220	134	57		2.642
Total	129	1.760	4.550	1.250	139	11	7.839

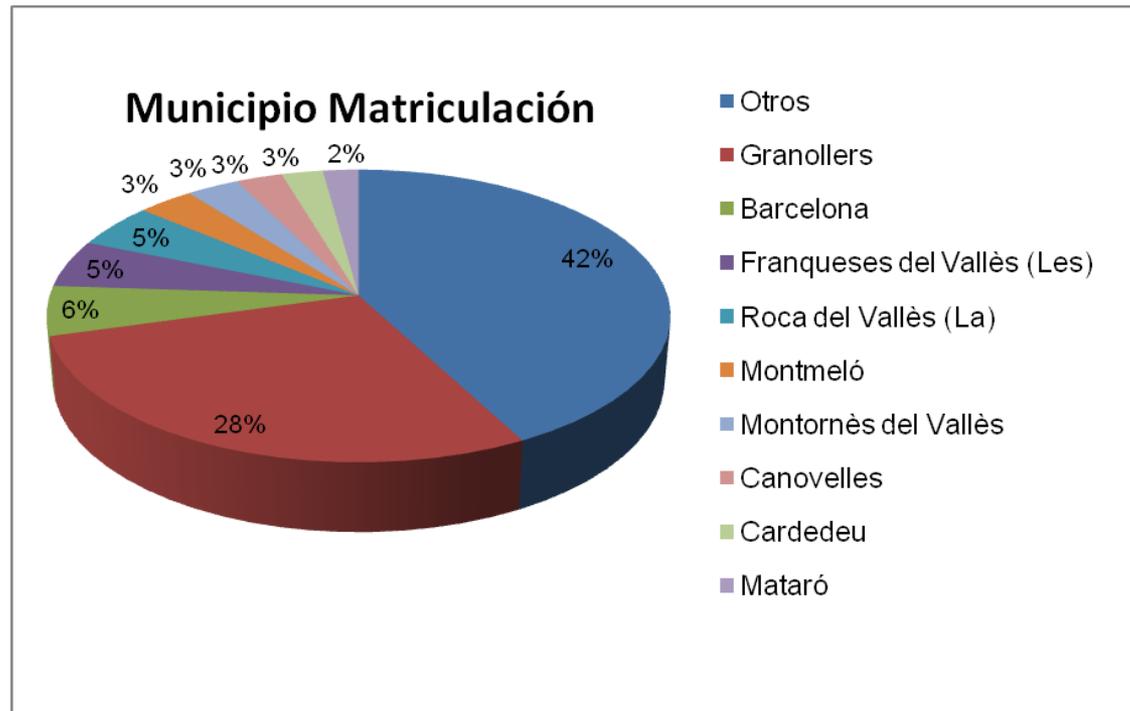


- Turismos entre **1.000 y 2.000 cc** los más numerosos. Predominancia de **diesel** (66%), casi en exclusividad para mayores cilindradas

Caracterización de la Flota (Cont.)

Se analizan los vehículos registrados según origen

- Por municipio de matriculación



- Un 28% de los vehículos empadronados en Granollers y más del 26% en poblaciones cercanas. 54% del tráfico son **vehículos de la zona**

Valores Medios de Emisiones

Promedio de emisiones y consumos según tipo de vehículo

- Tabla resumen

Tipo	Núm. Veh.	% Veh.	% Resid.	Ant. (años)	Vel. (Km/h)	Cilin. (cc)	Peso Max. (Kg)	CO(*) g/Km	CO ₂ g/Km	HC g/Km	NO ₂ g/Km	PM g/Km	Cons. l/100Km
MOTOS	9	0,23%	0,00%	8,7	14,9	410	364	0,780	113,6	0,133	0,611	0,024	5,02
TURISMOS	3.422	87,81%	27,32%	8,3	15,7	1.791	1.838	0,937	185,8	0,096	0,472	0,040	7,65
Diesel	2.276	58,40%	25,26%	7,5	15,8	1.900	1.947	0,204	181,6	0,051	0,551	0,050	7,15
Gasolina	1.146	29,41%	31,41%	10,0	15,7	1.576	1.621	2,394	194,2	0,186	0,314	0,020	8,65
AUTOBUSES	6	0,15%	0,00%	9,9	14,3	7.321	12.533	2,046	840,1	1,033	5,068	0,342	33,27
FURGONETAS	238	6,11%	17,23%	8,4	15,4	1.938	2.344	0,998	253,1	0,171	0,824	0,112	10,09
Diesel	226	5,80%	17,70%	8,3	15,4	1.976	2.388	0,381	251,7	0,127	0,828	0,113	9,92
Gasolina	12	0,31%	8,33%	11,2	14,8	1.222	1.520	12,61	279,8	1,003	0,756	0,091	13,18
CAMIONES (M)	213	5,47%	16,43%	8,1	15,0	2.545	3.509	0,715	327,6	0,344	1,810	0,136	12,95
CAMIONES (G)	9	0,23%	22,22%	6,2	14,3	8.259	15.667	0,845	561,9	0,322	6,608	0,219	22,15
TOTAL	3.897	100,00%	25,99%	8,3	15,7	1.862	2.005	0,930	199,4	0,116	0,588	0,051	8,16

Caracterización de las Emisiones

Se analizan los promedios de emisiones detectadas según la tipología de vehículos

- Los vehículos de **gran cilindrada**, autobuses y camiones grandes, son los que más contaminan y más combustible gastan
- Los vehículos **dedicados a labores industriales**, incluso con motorizaciones parecidas como es el caso de los turismos y las furgonetas, producen un mayor impacto que los coches particulares: factor “carga” y ciclo de conducción de reparto (mayores periodos de aceleración)
- Los motores de gasóleo producen cantidades mayores de **PM y NO_x**, mientras que los de gasolina es responsable de mayores niveles de **HC y CO**, así como un ligero mayor consumo de carburante por cada 100Km.

Caracterización de turismos diesel

Se analizan al detalle los turismos diesel, el grupo más numerosos y de los más representativos

- Todos los turismos diesel

Tipo	Número Veh.	% Veh.	HC g/Km	NO ₂ g/Km	PM g/Km	Cons. l/100Km
PRE EURO	4	0,18%	0,101	1,845	0,123	8,52
EURO 1	21	0,92%	0,136	0,782	0,100	7,95
EURO 2	207	9,09%	0,121	0,779	0,087	7,21
EURO 3	693	30,45%	0,063	0,679	0,071	7,21
EURO 4	1.024	44,99%	0,034	0,425	0,039	7,12
EURO 5	327	14,37%	0,025	0,503	0,016	6,99
Total	2.276	100,00%	0,051	0,551	0,050	7,15

- De modo general las emisiones y los consumos se reducen según se modernizan los vehículos con nuevas normativas Euro

Caracterización de turismos diesel (Cont.)

Se analizan al detalle los turismos diesel, el grupo más numerosos y de los más representativos

- Turismos diesel por encima del umbral

Tipo	Número Veh.	% Veh.	NOx g/Km	Contribución NOx Total
PRE EURO	1	1,05%	4,997	2,64%
EURO 1	1	1,05%	2,542	1,34%
EURO 2	14	14,74%	1,865	13,77%
EURO 3	37	38,95%	2,018	39,40%
EURO 4	33	34,74%	1,969	34,29%
EURO 5	9	9,47%	1,803	8,56%
Total	95	100,00%	1,995	100,00%

- Dos terceras partes de los más emisores corresponden a **tecnologías relativamente modernas** (Euro 3 y Euro 4). Se detectaron 9 “grandes emisores” catalogados como Euro 5
- De modo general, estas observaciones se repiten en turismos gasolinás y también para otras tipologías

Índice de emisiones

Nos evalúa los vehículos de según su impacto en la salud pública

- Vehículos por encima del umbral de emisiones

Tipo	Núm. Vehículos	% Vehículos	Media Indicador
TURISMOS	80	19,14%	7,31
Diesel	19	8,36%	6,42
Gasolina	61	10,78%	7,59
AUTOBUSES	5	6,58%	11,01
FURGONETAS	24	17,03%	6,69
Diesel	20	14,53%	5,92
Gasolina	4	2,51%	10,57
CAMIONES (M)	59	49,16%	7,27
CAMIONES (G)	8	8,08%	10,01
MOTOCICLETAS	-	-	-
Total	176	100,00%	7,44

- Los vehículos **de carácter industrial**. Furgonetas y camiones pesados, son los más numerosos de entre los más contaminantes.

Índice de consumo

Nos evalúa los vehículos de según su eficiencia energética

- Vehículos por encima del umbral de consumo

Tipo	Núm. Vehículos	% Vehículos	Media Indicador
TURISMOS	132	42,07%	5,17
Diesel	16	10,78%	6,23
Gasolina	116	31,29%	5,02
AUTOBUSES	2	4,22%	14,64
FURGONETAS	18	20,20%	6,88
Diesel	14	16,21%	6,17
Gasolina	4	3,99%	9,33
CAMIONES (M)	23	30,39%	9,69
CAMIONES (G)	2	3,12%	13,45
MOTOCICLETAS	-	-	-
Total	177	100,00%	6,13

- Turismo gasolina, camiones medianos y furgonetas son los más numerosos de entre los que peor puntúan. Los grupos que presentan un mayor consumo son los vehículos de **gran cilindrada**, autobuses y camiones grandes

Impacto de las emisiones

A partir de datos reales, calculamos las emisiones anuales (t/año)

- Estimación de emisiones anuales de los vehículos de Granollers

Emisiones anuales				
Tipo	Veh · Km	PM (t/año)	NOx (t/año)	HC (t/año)
TURISMOS	355.635.469	14,756	172,051	31,754
Diesel	254.773.622	12,739	140,380	12,993
Gasolina	100.861.847	2,017	31,671	18,760
AUTOBUSES	952.000	0,326	4,825	0,983
FURGONETAS	106.998.150	11,985	88,248	17,798
Diesel	102.192.600	11,548	84,615	12,978
Gasolina	4.805.550	0,437	3,633	4,820
CAMIONES (M)	15.612.779	2,123	28,259	5,371
CAMIONES (G)	6.329.505	1,386	41,825	2,038
MOTOCICLETAS	12.234.692	0,294	7,475	1,627
Total	497.762.595	30,870	342,684	59,572

- **Turismos y furgonetas** generan la mayor parte de las emisiones anuales

Ahorro de emisiones

¿Qué pasaría si rebajamos las emisiones del 5% más emisor hasta el valor promedio de su categoría?

- Estimación de la reducción de emisiones actuando sobre el 5% más emisor

Tipo	Reducc. PM (t/año)	Reducc. NO _x (t/año)	Reducc. HC (t/año)
TURISMOS	3,2921	25,3603	12,7615
Diesel	2,3937	15,3435	3,6757
Gasolina	0,9756	10,9803	9,3500
AUTOBUSES	0,0964	0,6229	0,4228
FURGONETAS	2,2903	13,3078	5,7149
Diesel	2,1225	11,9561	4,0881
Gasolina	0,1829	1,4986	1,6422
CAMIONES (M)	0,3953	3,9337	2,4707
CAMIONES (G)	0,6528	4,8810	0,8902
MOTOCICLETAS	0,1109	1,8471	0,8953
Total	6,5197	48,6610	25,0373

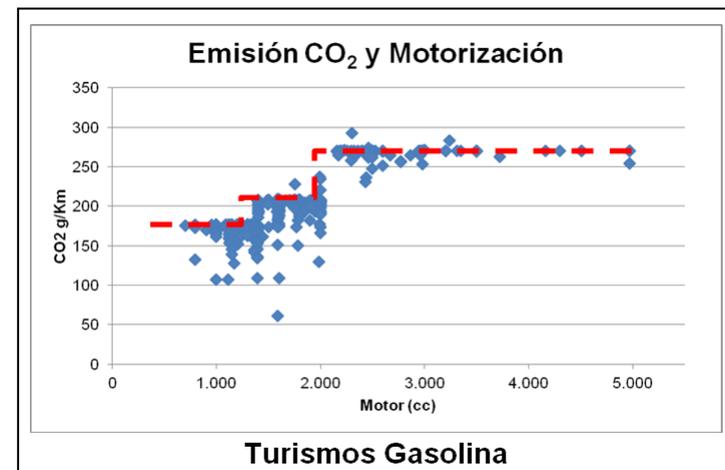
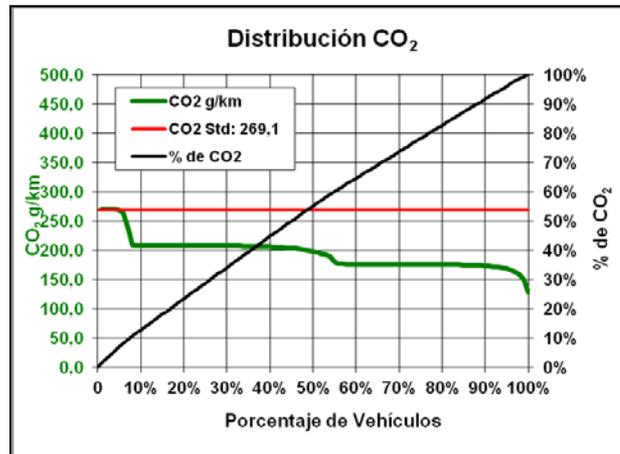
Cont.	Reducción (t/año)	Coste (€/t)	Ahorro (€/año)
PM	6,5197	100.000	651.970
NO _x	48,661	15.000	729.915
HC	25,0373	15.000	375.560
Total			1.757.445

- Si se actúa sobre el 5% emisor y se reducen sus emisiones, se podría ahorrar más de **1.75 millones de €/año**.

CO₂

Las emisiones de CO₂ son proporcionales al consumo de combustible y a la cilindrada

- El CO₂ si bien no supone un riesgo para la salud pública, es causante del **efecto invernadero**
- La cantidad de CO₂ es estrictamente **proporcional al consumo de combustible**, y no sigue una distribución como para los otros gases analizados
- En las siguientes gráficas podemos ver como la distribución es “escalonada” y como se correlaciona bastante bien con **la cilindrada** declarada para cada vehículo



CO₂

Comparativa de modelos teóricos y datos empíricos

- Toneladas anuales de CO₂: datos del RSD y kilometrajes (*EMEP/EEA, Emission Inventory Guidebook, 2009*)

Tipo	Número Veh.	Km . Veh	CO (g/Km)	CO2 (g/Km)	CO (t/año)	CO2 (t/año)
TURISMOS	28.270	355.635.469	0,937	185,8	293,4	65.854
AUTOBUSES	34	952.000	2,046	840,1	1,9	800
FURGONETAS	3.620	106.998.150	0,998	253,1	99,5	27.066
CAMIONES (M)	259	15.612.779	0,715	327,6	11,2	5.115
CAMIONES (G)	105	6.329.505	0,845	561,9	5,3	3.557
MOTOS	5.039	12.234.692	0,780	113,6	9,5	1.390
TOTAL					421,0	103.782

- Comparativa de modelos

Modelo	CO2 (t/año)	Variación respecto media
RSD	103.782	+32,57%
Diputación de Barcelona (DESGEL)	94.304	+20,46%
Plan de movilidad urbana de Granollers (AMBIMOB)	36.765	-53,04%
MEDIA	78.284	

- Los valores calculados por la Diputación y mediante datos empíricos son muy parecidos, a la vez que quedan bastante alejados de la estimación del Plan de Movilidad

Conclusiones

El RSD plantea nuevos enfoques en políticas de movilidad eficientes

- Tras caracterizar las emisiones se observa que mientras los vehículos diesel liberan más **PM y NO_x**, los motores gasolina impactan mas con **HC, CO** y un consumo ligeramente superior.
- Con respecto a la distribución de la flota, los **turismos** son los vehículos más numerosos. El **diesel** es la motorización más común y la mayor parte de la flota está catalogada como Euro **4/IV y Euro 3/III**.
- Una pequeña porción de vehículos (**5%**) contribuye de media con:
 - ✓ 29% PM
 - ✓ 25% NO_x
 - ✓ 53 % HC
- Cuando se catalogan los vehículos dentro del 5% más emisor, se encuentran **vehículos relativamente modernos**, Euro 4/IV y Euro 3/III (70% en diesel), incluso los avanzados Euro 5/V.
- Atendiendo al **índice de emisiones**, furgonetas y camiones medianos son los vehículos más frecuentes dentro del 5% de los más emisores. Por otro lado, camiones pesados y autobuses son los que más puntúan en índice de emisiones.

Conclusiones (Cont.)

El RSD plantea nuevos enfoques en políticas de movilidad eficientes

- Con respecto al **índice de consumo**, los vehículos con mayor motorización, autobuses y camiones grandes, son los que obtienen la peor puntuación en consumo de combustible.
- Si se redujeran las emisiones de **los vehículos que más emiten** a la media de emisiones por tipo de vehículo, se podría ahorrar:
 - ✓ 21.1% PM
 - ✓ 14.2% NO_x
 - ✓ 42.0% HC
- Esto es, se plantea una **potencial de reducción** anual de emisiones de 48.6 toneladas de NO_x, 6.5 toneladas de PM y 25 toneladas de HC.
- Tomando como base algunos estudios recientes, la reducción de emisiones podría cifrarse en un ahorro de gasto público de alrededor de **1.75 millones de euros anuales**.

Francisco Gala

technet

francisco.gala@technet.es

+34 91 559 28 68