



## **TRANSPORT RESEARCH CENTRE**

*Centro de Investigación del Transporte*

### **Caracterización estadística de la movilidad y su relación con la infraestructura y el riesgo vial en entorno urbano**

Autores: María Eugenia López Lambas; Óscar Martínez

<b>TRANSyT WORKING PAPER</b>	<b>RESEARCH SERIES</b>	<b>2016-02</b>	<b>ES</b>
------------------------------	------------------------	----------------	-----------

**CARACTERIZACIÓN ESTADÍSTICA DE LA MOVILIDAD Y SU RELACIÓN CON LA  
INFRAESTRUCTURA Y EL RIESGO VIAL EN ENTORNO URBANO<sup>1</sup>**

María Eugenia López Lambas, TRANSyT (Transport Research Center), Universidad Politécnica  
de Madrid, Spain

Óscar Martínez Álvaro, TRANSyT (Transport Research Center), Universidad Politécnica de  
Madrid, Spain

TWP-2016-03-EN

---

<sup>1</sup> Cítese como: López Lambas, M.E. y Martínez Álvaro, O. “Caracterización estadística de la movilidad y su relación con la infraestructura y el riesgo vial en entorno urbano”. TRANSyT Working Paper 2016-03-EN. Universidad Politécnica de Madrid, Spain. Disponible en: <http://www.transyt.upm.es/index.php/es/mnu-difusion/working-papers.html>

## Resumen

El proyecto MORES (Caracterización estadística de la movilidad y su relación con la infraestructura y el riesgo vial en el entorno urbano), se enmarca en el Plan de Investigación en Seguridad Vial y Movilidad 2013-2016, dentro del Área de Investigación Programas de Movilidad, en la línea sobre Interacción del entorno vial y el vehículo en el comportamiento del conductor.

Entre sus objetivos, se cuenta la identificación de parámetros que caractericen a las ciudades españolas desde el punto de vista de la movilidad, agrupándolas en categorías homogéneas, e identificar, dentro de cada grupo, la incidencia sobre la seguridad vial de los indicadores que describan el entorno, las infraestructuras y la movilidad, cuantificando el impacto de cada uno de ellos. Con ello, se espera disponer de un conocimiento más exacto de por qué ocurren los accidentes en vías urbanas y actuar en consecuencia, para conseguir el objetivo de cero fallecidos en las urbes, según establece la Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020.

MORES ha permitido crear una exhaustiva base de datos que contiene un amplio abanico de información que abarca desde la climatología y los usos del suelo, hasta la distribución territorial de la población y las distintas tipologías de accidentes de tráfico. Esta base de datos ha permitido, tras un riguroso análisis estadístico, identificar las pautas homogéneas entre ciudades por cuanto se refiere a su movilidad, tomando en consideración variables como la estructura urbana y del viario, el transporte, el turismo, etc.

Con el análisis resultante de todas las variables empleadas, se ha elaborado el informe de Proyecto, que recoge las principales conclusiones y recomendaciones para la definición de estrategias integradas en materia de seguridad vial según los grupos de ciudades identificados en el estudio. Todo ello se sintetiza en este documento.

## **Introducción**

El proyecto MORES (Caracterización estadística de la movilidad y su relación con la infraestructura y el riesgo vial en el entorno urbano), se enmarca en el Plan de Investigación en Seguridad Vial y Movilidad 2013-2016, dentro del Área de Investigación Programas de Movilidad, en la línea sobre Interacción del entorno vial y el vehículo en el comportamiento del conductor.

Entre sus objetivos, se cuenta la identificación de parámetros que caractericen a las ciudades españolas desde el punto de vista de la movilidad, agrupándolas en categorías homogéneas, e identificar, dentro de cada grupo, la incidencia sobre la seguridad vial de los indicadores que describan el entorno, las infraestructuras y la movilidad, cuantificando el impacto de cada uno de ellos. Con ello, se espera disponer de un conocimiento más exacto de por qué ocurren los accidentes en vías urbanas y actuar en consecuencia, para conseguir el objetivo de cero fallecidos en las urbes, según establece la Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020.

MORES ha permitido crear una exhaustiva base de datos que contiene un amplio abanico de información que abarca desde la climatología y los usos del suelo, hasta la distribución territorial de la población y las distintas tipologías de accidentes de tráfico. Esta base de datos ha permitido, tras un riguroso análisis estadístico, identificar las pautas homogéneas entre ciudades por cuanto se refiere a su movilidad, tomando en consideración variables como la estructura urbana y del viario, el transporte, el turismo, etc.

Con el análisis resultante de todas las variables empleadas, se ha elaborado el presente informe, que recoge las principales conclusiones y recomendaciones para la definición de estrategias integradas en materia de seguridad vial según los grupos de ciudades identificados en el estudio.

## **Objetivo**

El objetivo general del proyecto es mejorar el conocimiento de los factores del entorno y de la infraestructura que influyen en la ocurrencia y gravedad de los accidentes en el ámbito urbano. Este objetivo general se concreta en dos objetivos específicos:

- Identificar los parámetros que mejor caracterizan a las ciudades españolas desde el punto de vista de la movilidad, agrupándolas en categorías homogéneas. Dada la heterogeneidad existente entre las diferentes ciudades, no es posible llevar a cabo una caracterización simple y universal, por lo que es necesaria la agrupación de ciudades según atributos de movilidad.
- Identificar, dentro de cada uno de esos grupos, la incidencia de los indicadores descriptivos del entorno, las infraestructuras y la movilidad sobre la seguridad vial, cuantificando el impacto de cada uno.

## **Método**

El análisis clúster viene empleándose, en sus diversas variantes, desde hace varias décadas para el análisis estadístico de poblaciones, permitiendo identificar la existencia de agrupamientos naturales ("clústers"). Sus aplicaciones son muy diversas en muy diferentes campos, a los que no es ajeno el transporte y la movilidad, así como, particularmente, la seguridad vial. En particular, son bastantes los estudios realizados en todo el mundo con éxito sobre la caracterización de tramos de carreteras desde el punto de vista de sus atributos físicos, el tráfico soportado y la accidentalidad experimentada, lo que permite racionalizar las medidas preventivas. Por otra parte, son bastantes los estudios que caracterizan ciudades con alguna

variante del método clúster, cosa muy frecuente en Estados Unidos para racionalizar la distribución de fondos estatales. Esto es, en muchos de los casos los resultados aportan una base objetiva sobre la que adoptar decisiones sobre temas altamente complejos, en los que una multitud de variables heterogéneas condiciona el problema y, gracias al agrupamiento de elementos, se reduce la complejidad aparente y resultan más fácilmente tratables.

Por tanto, el método empleado en esta investigación no es novedoso por sí mismo, aunque sí lo es para pretender simplificar el problema de la seguridad vial urbana, problema condicionado por una multitud de factores de todo tipo, tales como sociológicos, ambientales e infraestructurales. El número de variables que incide en la accidentalidad urbana es muy elevado, y la heterogeneidad entre las diferentes ciudades hace que sea difícil extraer conclusiones sobre las posibles causas.

A lo largo de esta investigación se ha confirmado la hipótesis de que el método clúster es aplicable para analizar el problema de la accidentalidad vial urbana. De manera sistemática se ha ido poniendo de relieve de manera reiterada que el análisis clúster conduce a conclusiones consistentes, por lo que debe darse por válido. Esta conclusión viene reforzada por la práctica identidad entre los resultados empleando dos métodos diferentes (k-means y jerárquico).

Un problema al que ha sido necesario enfrentarse ha sido la gran cantidad de variables recopiladas, que se han agrupado por naturaleza (geográfica, climática, etc.). Con el fin de poder identificar la incidencia de cada grupo de variables en el agrupamiento de ciudades, el procedimiento seguido ha sido secuencial, con incorporación sucesiva de grupos de variables. El orden seguido no afecta a los resultados, puesto que en cada paso se identifican las variables con capacidad explicativa mediante un análisis factorial. Sin embargo, este procedimiento ha permitido verificar que la inclusión de nuevas variables introduce algunas variaciones en los resultados, pero nunca de manera radical por lo que, aparte de la pura explicación estadística, se puede afirmar que todos los grupos de variables son útiles y aportan matices a las conclusiones, lo que corrobora la complejidad del problema, que no puede reducirse al análisis unas pocas variables.

### **Inputs**

El esfuerzo de recopilación de información ha sido elevado y se ha enfrentado a diversos problemas, que pueden resumirse agrupando la casuística por grado de complejidad.

En primer lugar, algunos de los datos, como los relacionados con la población, son muy completos, con series largas, son accesibles y resultan fácilmente obtenibles. Internet se muestra como una fuente de información cada vez más potente y útil, con algunos proveedores de información altamente eficaces, particularmente el INE. Además, en algunos casos, si se solicitan explotaciones específicas, muy complicadas y costosas de realizar para un tercero, es posible que el propio INE las facilite a cambio de un precio reducido. Este ha sido el caso de la población vinculada, que ha permitido disponer de la única información sobre transporte público de la base de datos.

Otros datos, como pueden ser los de accidentalidad urbana, no están accesibles de manera general, pero han sido obtenidos sin mayor complejidad y en soportes adecuados. La propia DGT ha proporcionado una base de datos perfectamente estructurada que ha facilitado enormemente el problema.

En otros casos, los datos están disponibles y son muy accesibles, pero presentan grados de agregación superior a la municipal. Sin embargo, la propia naturaleza del problema los hace válidos, pues son indicadores relacionados con problemas esencialmente supramunicipales, como la meteorología, información proporcionada por la AEMET. En estos casos, la información ha precisado una cierta elaboración para asignar las áreas climáticas a municipios, pero ni ha sido un proceso excesivamente complejo ni se estima que haya introducido sesgos apreciables.

Otros datos están disponibles y son muy accesibles, también con grados de agregación excesiva, pero que en este caso los hacen inservibles para los objetivos de esta investigación. Dentro de ellos existen dos subgrupos:

- Algunos de ellos se ven esencialmente afectados por la interacción entre ámbitos geográficos, por lo que su obtención con más detalle probablemente pueda llegar a ser posible, pero es poco útil para la investigación. Se trata, por ejemplo, de los datos de combustibles, que están fácilmente disponibles a nivel provincial en la página web de CORES, pero no existen a nivel municipal. Sin embargo, su desglose a nivel municipal sería de escasa utilidad por la propia naturaleza móvil de los vehículos: repostajes realizados en un municipio son empleados en desplazamientos en otros, sin que pueda relacionarse lugar de abastecimiento con lugar de consumo, máxime teniendo en cuenta la gran autonomía de los vehículos actuales, que llega a mil kilómetros.
- Otros presentan potencialmente gran capacidad explicativa, como es el caso del turismo. No parece aventurado afirmar que la accidentalidad debe de guardar alguna relación con el número de personas presentes, y en algunas ciudades de gran especialización turística la población en época punta excede en varias veces a la población residente habitual. Sin embargo, resulta imposible encontrar información de actividad turística mediante ningún indicador habitual (camas de hotel, pernoctaciones, etc.) a nivel municipal. Ninguna fuente, ni estatal ni de las comunidades autónomas proporciona luz alguna en este asunto. Esto es tanto más chocante cuanto el turismo es una pieza fundamental de la economía nacional. Para el caso particular del turismo ha sido preciso recurrir a datos elaborados por una entidad privada (La Caixa), que realiza estimaciones para la elaboración de índices sobre diferentes materias, que se comentan más adelante.

Otros datos no están disponibles más que para muestras que representan solamente una fracción reducida del total de municipios. En este grupo también pueden distinguirse varios subgrupos:

- Un primer subgrupo es el constituido por datos que, por alguna circunstancia, se encuentran de manera esporádica en alguna fuente. Sería el caso, por ejemplo, de los semáforos de los que, gracias a una línea de subvenciones del IDAE, es posible encontrar información sobre regulación semafórica sobre numerosas ciudades en un año determinado. Pero ni es información suficiente ni sistemática, por lo que no puede emplearse.
- Un segundo subgrupo es el que, simplificando, se puede reducir al transporte público, que presenta una casuística muy peculiar:
  - Algunos datos del transporte urbano se obtienen de manera sistemática pero incompleta. Sería, por ejemplo, el caso de la información que existe para las ciudades integradas en áreas metropolitanas que están incluidas en el Observatorio de la Movilidad Metropolitana. Pero se trata de una muestra muy reducida de ciudades y, por tanto, insuficiente.
  - Estos mismos datos existen y son recopilados sistemáticamente, pero se encuentran distribuidos a nivel municipal, sin que haya ninguna base de datos común. Todas las empresas de transporte urbano proporcionan a sus respectivos ayuntamientos información (como mínimo anualmente, pero

frecuentemente con periodicidad mensual) muy completa, pero no son datos públicos. El proceso de obtención es tan tedioso como frustrante, pues en algunos casos es posible encontrar información en memorias publicadas, más o menos completas, pero en otros es preciso solicitar la información municipio a municipio a departamentos diferentes, que en numerosos casos ni siquiera son fáciles de identificar y que, en otros casos, simplemente la consideran confidencial y no la proporcionan.

- Para intentar reducir el esfuerzo de recopilación se han intentado vías alternativas, de la que la más prometedora, en un primer momento, parecía ser el Ministerio de Hacienda, gracias a que gestiona anualmente una gran cantidad de fondos para las subvenciones al transporte urbano. De entrada, no todas las ciudades están sometidas al mismo régimen, pues Madrid, Barcelona, País Vasco, Navarra y Canarias se encuentran excluidas por cuestiones jurídicas. Pero hay una gran cantidad de otras ciudades que sí se acogen a este esquema y, para solicitar los fondos, han de presentar unas estadísticas muy simples, pero que en conjunto representan una información muy valiosa sobre longitud de líneas, demanda, etc. Esto es, existe una dependencia integrada en la Administración General del Estado (AGE) que dispone todos los años, para aplicar las fórmulas polinómicas de cálculo de las subvenciones, de información muy útil sobre el sistema de transporte de más de un centenar de ciudades españolas. Pero esa información no se proporciona ni bajo petición para un proyecto de investigación realizado para la propia AGE, por considerarse, nuevamente, confidencial, considerando de libre acceso simplemente el resultado de los cálculos, disponibles en el Boletín Oficial del Estado.

Finalmente, existe un grupo de datos que, no estando disponibles por parte de ninguna administración, son entidades privadas las que los proporcionan, pudiendo distinguir dos situaciones diferentes:

- Una es la de múltiples indicadores (como el de actividad turística, ya mencionado) que son elaborados y difundidos libremente, particularmente por La Caixa. El problema es que se obtienen a partir de otros indicadores mediante procedimientos que no están explicados. Pero son la única fuente para muchos aspectos relacionados con la actividad económica y, en ese sentido, son dignos de elogio sincero.
- Otra es la de ciertos indicadores que son obtenidos por empresas privadas para sus propios fines, pero no hay informaciones oficiales al respecto. Es el caso de los atributos de las infraestructuras viarias, cuyo nivel de información es aún peor que para el transporte público, pues no existe ninguna información sistemática, y tan solo pueden obtenerse informaciones puntuales relativamente anticuadas. Sin embargo, existen empresas privadas de explotación de datos cartográficos, como es el caso de Tom Tom, que pueden proporcionar, previo pago, informaciones sobre los viarios municipales. Los métodos de obtención y de codificación, como antes, responden a criterios específicos. Pero son una fuente de información tan singular como útil y, como tal, ha sido empleada en esta investigación.

Además, existe el problema de la falta de concordancia de horizonte temporal entre las diferentes informaciones. De manera simplificada, puede decirse que los casos son los siguientes:

- Algunos de los datos son anuales con igual fiabilidad todos los años (por ejemplo, matriculaciones de vehículos, consumos de combustible, índice de La Caixa, etc.).
- Otros son anuales, pero no todos los años tienen igual fiabilidad (por ejemplo, el dato más fiable de la población es el de los censos, mientras que las estimaciones intercensales son menos fiables).
- Otros son periódicos, pero no anuales (como los datos de población vinculada o de viviendas, que se obtienen solamente decenalmente en los censos).
- Otros son esporádicos, respondiendo a necesidades concretas (como encuestas, censos específicos, etc.).
- Otros son actualizados de manera continua, sin que exista un horizonte explícito de referencia (como los datos de infraestructuras viarias de Tom Tom).

Adicionalmente, debe destacarse que hay variables cuya calidad resulta insuficiente para el análisis realizado, lo que no implica que no sean datos útiles para otros fines. Pueden distinguirse dos circunstancias:

- Informaciones que pueden ser de extraordinaria utilidad para el establecimiento de determinadas políticas (como la turística) pero no son suficientemente detalladas para el enfoque de esta investigación.
- Informaciones muy detalladas pero que muestran inconsistencias o evoluciones erráticas (como es el caso de algunos indicadores de seguridad vial), hecho debido a la heterogeneidad de las fuentes.

Finalmente, debe reseñarse que el análisis ha debido limitarse a las 145 poblaciones de más de 50.000 habitantes, pues para ciudades menores los problemas de disponibilidad de datos se disparan y hacen inviable cualquier intento de obtención de una base de datos medianamente homogénea.

### **Resultados obtenidos**

Los resultados de la investigación realizada son de dos naturalezas totalmente diferentes:

- Por una parte, el objetivo principal buscado, que es una clasificación de ciudades por una serie de atributos que caracterizan la seguridad y sus causas.
- Por otro, la herramienta empleada para alcanzar ese fin, que es una base de datos que puede catalogarse de excepcional, pues recoge de manera sistemática información que normalmente está dispersa.

En cuanto a los **resultados del análisis cluster**, las ciudades españolas se pueden agrupar desde el punto de vista de la seguridad vial y sus factores condicionantes en 10 grandes conglomerados, de los cuales:

- Cuatro corresponden cada uno a una de las grandes ciudades (Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla).
- Otro, las dos siguientes capitales (Málaga y Zaragoza).
- Otros tres agrupan diferentes ciudades homogéneas entre sí, con cantidades que oscilan entre 4 y 23 ciudades cada uno



- El último agrupa el resto de 93 ciudades. Este último cluster se ha subdividido nuevamente, obteniéndose cuatro grupos de tamaños sensiblemente similares, salvo uno que tiene solamente dos ciudades.

Es decir, las grandes ciudades son altamente diferentes del resto y entre sí. En el otro extremo, hay una gran cantidad de ciudades de más de 50.000 habitantes muy similares entre sí, aunque pueden distinguirse cuatro conglomerados. La estructura de los conglomerados es muy estable sea cual sea el grupo de variables que se considere, como se ve gráfica y esquemáticamente a continuación.

### Clusters de ciudades según los sucesivos criterios de agrupación

	Geográfico	Movilidad	Infraestructura	Disciplina	Seguridad
Madrid					
Barcelona					
Valencia					
Sevilla					
Málaga					
Murcia					
Zaragoza					
Alicante/Alacant					
Bilbao					
Córdoba					
Gijón					
Palma de Mallorca					
Palmas de Gran Canaria, Las					
Valladolid					
Vigo					
Badajoz					
Cáceres					
Cuenca					
Lorca					
Mérida					
Utrera					
Alcalá de Henares					
Alcobendas					
Alcorcón					
Barakaldo					
Cartagena					
Coruña, A					
Getafe					
Jerez de la Frontera					
Leganés					
Marbella					
Rivas-Vaciamadrid					
San Sebastián de los Reyes					
Telde					
Torrejón de Ardoz					
Albacete					
Almería					
Badalona					
Burgos					
Castellón de la Plana/Castelló de la Plana					
Donostia/San Sebastián					
Elche/Elx					
Fuenlabrada					
Granada					

	Geográfico	Movilidad	Infraestructura	Disciplina	Seguridad
Hospitalet de Llobregat, L'					
Huelva					
León					
Logroño					
Móstoles					
Oviedo					
Pamplona/Iruña					
Sabadell					
Salamanca					
San Cristóbal de La Laguna					
Santa Cruz de Tenerife					
Santander					
Terrassa					
Vitoria-Gasteiz					
Majadahonda					
Rozas de Madrid, Las					
Siero					
Resto					

Es muy significativo que las variables que permiten la caracterización de los conglomerados son de todos los tipos analizados: geografía, movilidad, infraestructura, disciplina y siniestralidad. Sin embargo, parece que la siniestralidad solamente es significativa en los casos en que sus indicadores no están disponibles. Esto es, las ciudades se caracterizan por atributos relacionados con sus aspectos geográficos, su movilidad, sus infraestructuras viarias y su disciplina circulatoria, pero la siniestralidad no resulta realmente discriminante. Una interpretación de ello es que la siniestralidad vial urbana está correlacionada con los demás factores. Si la relación es de causalidad, como parece probable, ello implica la necesidad de actuar sobre los demás factores, esto es, adoptar medidas radicales en el sentido de que es necesario cambiar las ciudades, el viario, la movilidad y la disciplina circulatoria para conseguir resultados.

En cuanto a la **base de datos generada**, consta de 145 registros (correspondientes a cada una de las ciudades seleccionadas) con 261 campos cada uno, cubriendo todas las áreas mencionadas. Los resultados de los sucesivos análisis factoriales se incluyen en la misma base, proporcionando finalmente los 78 campos que resultan explicativos.

### Grupos de ciudades

Tras diversos ensayos preliminares, se ha realizado un análisis jerárquico para determinar las variables que se pueden considerar como más representativas. A continuación, sobre estas variables, que ha aplicado un análisis K-means mediante SPSS. Inicialmente se solicita la formación de 10 clusters, pero como uno de los clusters resultantes (el sexto) contiene 93 municipios, se ha realizado un análisis de componentes principales de este cluster, seguido de un análisis k-means solicitando la formación de 4 clusters. Los resultados son los siguientes 13 grupos:

#### GRUPO P01

- Valencia

#### GRUPO P02

- Alcalá de Henares

- Alcorcón
- Cartagena
- Coruña, A
- Getafe
- Jerez de la Frontera
- Leganés

#### **GRUPO P03**

- Albacete
- Almería
- Badalona
- Bilbao
- Burgos
- Castellón de la Plana/Castelló de la Plana
- Córdoba
- Donostia/San Sebastián
- Elche/Elx
- Fuenlabrada
- Gijón
- Granada
- Hospitalet de Llobregat, L'
- Móstoles
- Oviedo
- Pamplona/Iruña
- Sabadell
- Santa Cruz de Tenerife
- Santander
- Terrassa
- Valladolid
- Vigo
- Vitoria-Gasteiz

#### **GRUPO P04**

- Alcobendas
- Barakaldo
- Huelva
- Logroño
- Majadahonda
- Marbella
- Rivas-Vaciamadrid
- Rozas de Madrid, Las
- San Sebastián de los Reyes
- Siero
- Telde
- Torrejón de Ardoz

#### **GRUPO P05**

- Málaga

- Zaragoza

#### **GRUPO 06-1**

- Benidorm
- Torrevieja

#### **GRUPO 06-2**

- Algeciras
- Badajoz
- Cádiz
- Dos Hermanas
- Jaén
- León
- Lleida
- Mataró
- Parla
- Salamanca
- San Cristóbal de La Laguna
- Santa Coloma de Gramenet
- Tarragona

#### **GRUPO 06-3**

- Arona
- Avilés
- Cáceres
- Ceuta
- Chiclana de la Frontera
- Ciudad Real
- Cornellà de Llobregat
- Coslada
- Ejido, El
- Fuengirola
- Gandia
- Getxo
- Girona
- Guadalajara
- Lorca
- Lugo
- Melilla
- Mijas
- Orihuela
- Ourense
- Palencia
- Pontevedra
- Pozuelo de Alarcón
- Puerto de Santa María, El
- Reus
- Roquetas de Mar

- San Fernando
- Sanlúcar de Barrameda
- Sant Boi de Llobregat
- Sant Cugat del Vallès
- Santiago de Compostela
- Talavera de la Reina
- Toledo
- Torremolinos
- Torrent
- Vélez-Málaga

#### **GRUPO 06-4**

- Alcalá de Guadaíra
- Alcoy/Alcoi
- Aranjuez
- Arganda del Rey
- Arrecife
- Ávila
- Benalmádena
- Calvià
- Castelldefels
- Cerdanyola del Vallès
- Collado Villalba
- Cuenca
- Elda
- Estepona
- Ferrol
- Granollers
- Huesca
- Irun
- Linares
- Línea de la Concepción, La
- Manresa
- Mérida
- Molina de Segura
- Mollet del Vallès
- Motril
- Paterna
- Ponferrada
- Prat de Llobregat, El
- Puertollano
- Rubí
- Sagunto/Sagunt
- San Bartolomé de Tirajana
- San Vicente del Raspeig/Sant Vicent del Raspeig
- Santa Lucía de Tirajana
- Segovia

- Torrelavega
- Utrera
- Valdemoro
- Viladecans
- Vilanova i la Geltrú
- Vila-real
- Zamora

#### **GRUPO P07**

- Madrid

#### **GRUPO P08**

- Alicante/Alacant
- Murcia
- Palma de Mallorca
- Palmas de Gran Canaria, Las

#### **GRUPO P09**

- Sevilla

#### **GRUPO P10**

- Barcelona

### **Futuras investigaciones**

De las conclusiones parciales anteriores, se desprende la conveniencia de profundizar en el futuro en varios sentidos:

- Resulta muy necesario para este tipo de análisis (y presumiblemente otros), el disponer de información fidedigna a nivel municipal sobre aspectos tan fundamentales como el turismo y el transporte urbano. Deberían evaluarse las barreras que impiden tal disponibilidad, el coste de obtener periódicamente los datos y el beneficio social que de ello se derivaría.
- Debería evaluarse la fiabilidad de los datos de siniestralidad vial urbana y verificar la viabilidad de una estrategia de armonización a nivel nacional, pues muchos de los datos analizados han mostrado inconsistencias que han obligado a descartarlos. Una vez consolidada parcialmente una cierta cultura que asume la necesidad de proporcionar datos a nivel centralizado, parece conveniente avanzar hacia una cultura de la calidad de los datos. Las dificultades para mejorar son muy elevadas, particularmente por la heterogeneidad y cantidad de entes responsables de la toma de datos. Pero la importancia de esta siniestralidad hace necesario disponer de datos homogéneos que permitan análisis comparados temporal y espacialmente, si se quieren adoptar medidas eficaces.

### **Fuentes y bibliografía**

- Instituto Nacional de Estadístico
- La Caixa
- Ministerio de Economía y Hacienda
- Instituto de Estudios Turísticos (IET)

- Servicio Público de empleo estatal (SEPE)
- Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES)
- Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas
- Observatorio de la Movilidad Metropolitana (OMM)
- DGT
- Google Maps
- Ministerio de Fomento: Atlas Estadístico de las áreas urbanas del portal del suelo y Políticas urbanas.
- Ministerio de Fomento: Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo.
- Geograma: Explotación de la cartografía de TomTom para el análisis de intersecciones en entornos urbanos
- Dirección General de Catastro
- Ministerio de Fomento
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)
- Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

Asimismo, se han utilizado los siguientes documentos e informes:

- Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020 (DGT, 2011)
- Observatorio de la Movilidad Metropolitana, Informe 2012 (Monzón et al., 2014).
- Cluster Analysis of Utah's Cities and Towns. Utah League of Cities and Towns. 2007.
- State of the Cities. Assessing the health of Washington's communities. Association of Washington Cities Center for Quality Communities. 2009.
- 300 Cities - An Exploration in Characterizing US Cities Michael K. Martin, Kathleen M. Carley and Neal Altman June 2008 CMU-ISR-08-122 Institute for Software Research School of Computer Science Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA 15213.
- Final Report. Public. SCENARIOS. Contract no. ST-96-AM.104.
- Investigation of pedestrians' accident pattern in Greater Athens Area. Athanasios Theofilatos, Dimitrios Efthymiou. Social and Behavioral Sciences 48 ( 2012 ) 1897 – 1906

#### Bibliografía

- Xie, Z., Yan, J. (2013). Detecting traffic accident clusters with network kernel density estimation and local spatial statistics: an integrated approach. *Journal of Transport Geography*, Vol 31, 64-71
- Capó, M., Pérez, A., Lozano, Jose A. (2017). An efficient approximation to the K-means clustering for massive data. *Knowledge-Based Systems*, Vol. 117, 56-59
- Jain, Anil K (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*. Vol. 31, 651-666.
- Alonso, A., Monzón, A., & Cascajo, R. (2015). Comparative analysis of passenger transport sustainability in European cities. *Ecological Indicators*, 48, 578-592.
- Ahjond S. Garmestani, Craig R. Allen and K. Michael Bessey. Time-series Analysis of Clusters in City Size Distributions. *Urban Studies*, Vol. 42, No. 9, 1507–1515, August 2005.
- Ma, J., Kockelman, K. (2006). Crash frequency and severity modeling using clustered data from Washington State. Intelligent Transportation Systems Conference, 2006. ITSC '06. IEEE. 1621 - 1626.
- Zilioniene, D., Russo, F., Busiello, M., & Dell'Acqua, G. Road accidents analysis with bayesian method as a function of the infrastructural, environmental and roadway



features. The XXVIII International Baltic Road Conference. 2013.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección General de Tráfico la financiación concedida para el Proyecto MORES (Caracterización de la movilidad urbana y su relación con el viario y el riesgo de accidentes mediante un análisis *cluster* de ciudades), en el marco de Programa Nacional de Investigación en Seguridad Vial y Movilidad 2013-2016.



---

TRANSyT - UPM

Centro de Investigación del Transporte / *Transport Research Centre*

Universidad Politécnica de Madrid

dirección / *address* : ETSI Caminos, c/ Profesor Aranguren s/n, 28040 Madrid, España / *Spain*

t: +34 91 336 66 56

f: +34 91 336 53 62

e: [transyt@upm.es](mailto:transyt@upm.es)

w: [www.transyt.upm.es](http://www.transyt.upm.es)