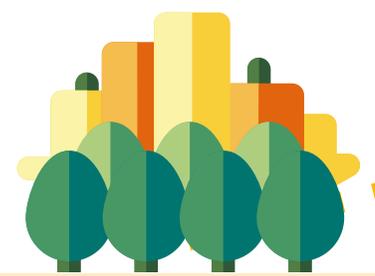
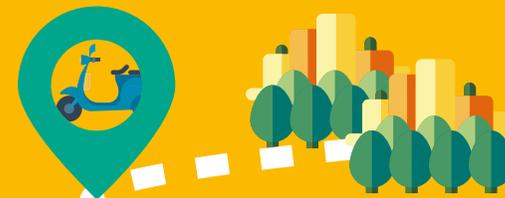


José Antonio Gutiérrez Gallego y  
Francisco Javier Jaraíz Cabanillas  
(Coordinadores)

# Plan de Movilidad Sostenible de la Universidad de Extremadura

Diagnóstico de la  
movilidad en los Campus



Esta obra es el resultado de la investigación llevada a cabo por los autores, constituidos en equipo investigador, bajo la coordinación del profesor José Antonio Gutiérrez Gallego, a quien, desde la Gerencia de la Universidad de Extremadura, se le encomendó la labor de analizar la movilidad de la población universitaria en los cuatro campus que la integran. Este trabajo ha sido posible gracias a la voluntaria y desinteresada dedicación de los profesores y personal de administración y servicios de la UEx participantes en el mismo, así como a la dotación de recursos económicos propios de la UEx, puesta a disposición del equipo investigador por la Gerencia de esta universidad.



© Todos los autores  
© Universidad de Extremadura para esta 1ª edición

Coordinación:  
José Antonio Gutiérrez Gallego  
Francisco Javier Jaraíz Cabanillas

Colaboran:  
Nuestro agradecimiento a todos los miembros de las comunidad universitaria (docentes, personal investigadores, personal de la administración y servicios y estudiantes) que se han prestado en todo momento a colaborar en la realización de las encuestas que se incluyen en este trabajo.

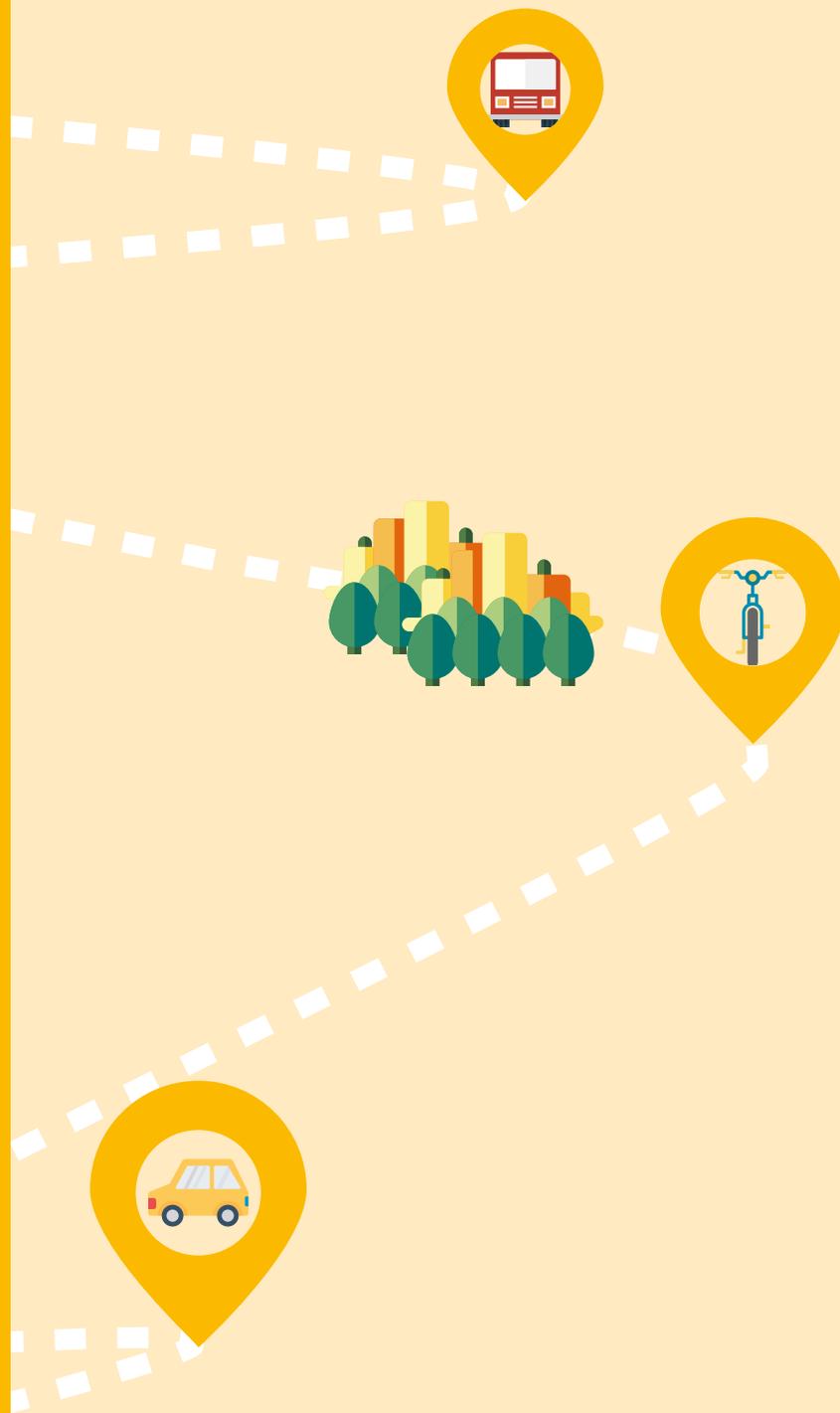
Edita:  
Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones  
C/ Caldereros, 2 - Planta 3ª. 10071 Cáceres (España)  
Tel. 927 257 041; Fax 927 257 046  
E-mail: [publicac@unex.es](mailto:publicac@unex.es)  
<http://www.unex.es/publicaciones>

I.S.B.N.: 978-84-???-????-?.

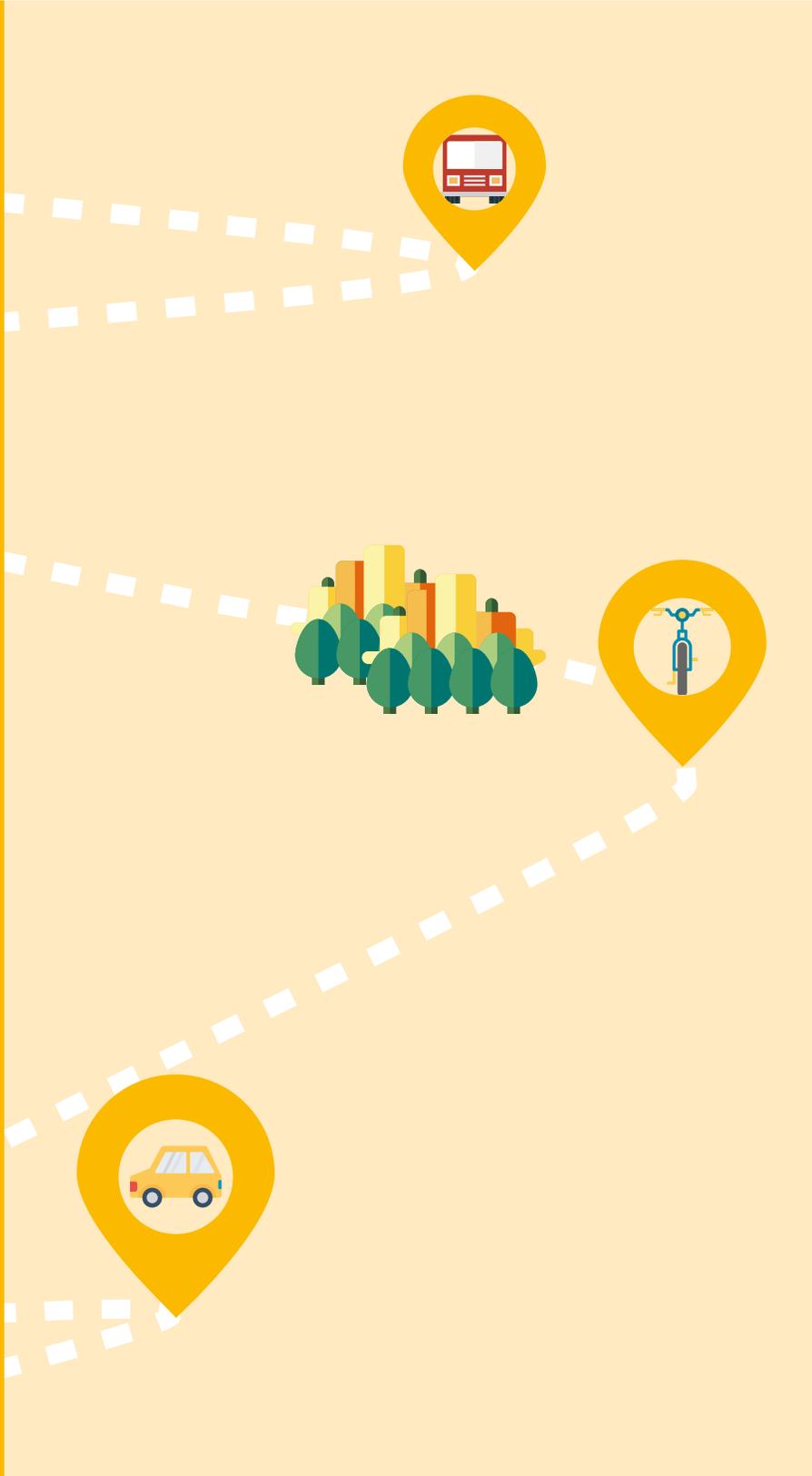
Maquetación: Control P. 927 233 223. [estudio@control-p.eu](mailto:estudio@control-p.eu)



# Índice General de Contenidos



<b>PRÓLOGO</b> .....	5
<b>1 INTRODUCCIÓN A LA MOVILIDAD SOSTENIBLE</b> .....	7
1. Ámbito de estudio .....	7
2. Estado del arte .....	9
2.1. Movilidad sostenible .....	9
2.2. Planes de movilidad sostenible .....	10
2.3. La movilidad en el entorno universitario .....	12
3. Bibliografía .....	15
<b>2 METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE UN MODELO DE MOVILIDAD SOSTENIBLE EN LA UEX</b> .....	17
1. Fuente de datos .....	17
1.1. Caracterización de la población de estudio .....	18
1.2. Accesibilidad a los campus de la Universidad de Extremadura .....	20
2. Captura de información .....	21
2.1. Encuestas de movilidad .....	21
2.1. Ajuste de la muestra .....	23
2.3. Aforos de tráfico .....	25
2.4. Ajustes de viajes .....	27
3. El modelo de transporte .....	32
<b>3 ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD A LOS CAMPUS DE LA UEX</b> .....	35
1. Movilidad general .....	35
2. Costes asociados a los desplazamientos .....	45
3. Conclusiones sobre movilidad general y costes asociados .....	47



- 4 IMPLICACIONES ACÚSTICAS EN LOS CAMPUS DE LA UEX ..... 49**
  - 1. Introducción..... 49
  - 2. Metodología ..... 49
  - 3. Resultados y discusión..... 51
  - 4. Conclusiones ..... 57
  
- 5 OFERTA Y LA DEMANDA DE APARCAMIENTO DE VEHÍCULOS PARTICULARES EN LOS CAMPUS DE LA UEX ..... 58**
  - 1. Determinación de las plazas de aparcamiento ..... 58
  - 2. Análisis de la oferta y la demanda de aparcamiento ..... 62
  - 3. Conclusiones ..... 65
  
- 6 PERCEPCIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL CONTEXTO UNIVERSITARIO.. 66**
  - 1. Percepción de los usuarios del vehículo privado..... 69
  - 2. Percepción de los usuarios del transporte público (autobús urbano) ..... 74
  - 3. Percepción sobre el cambio de modelo de transporte habitual..... 75
  - 4. Conclusiones ..... 77
  - 5. Referencias bibliográficas ..... 79

# Prólogo

**E**l movimiento obligado de los ciudadanos a sus trabajos, centros de estudio y diversos servicios básicos es quizá uno de los procesos que mayor coste representa para la sociedad. Costes ambientales, sociales y económicos que por su permanente cotidianidad pasan inadvertidos, convirtiéndose en algo inherente a la vida diaria en sociedad que son asumidos como un mal necesario. Sin embargo, la preocupación por los problemas ambientales y sociales ocasionados por la movilidad en los entornos urbanos ha ido en aumento en los últimos años.

Así, las administraciones públicas en función de sus competencias están cada vez más implicadas en mitigar las consecuencias de una movilidad desordenada, caracterizada por el uso excesivo del vehículo privado en detrimento de otros modos más eficientes. Al mismo tiempo, el modelo de ciudad dispersa, propiciado por la libertad que ofrece el transporte motorizado, ha aumentado considerablemente la dimensión de los desplazamientos, provocando la atención de los decisores políticos y de los urbanistas.

La educación es uno de los servicios básicos que genera mayor cantidad de desplazamiento. Por tal motivo, los agentes implicados en la movilidad

están tratando de mitigar los efectos negativos que se provocan en todos los niveles educativos. La generación de itinerarios escolares seguros, la adecuación de los entornos escolares o la zonificación de los estudiantes en función de su lugar de residencia son claros ejemplos de políticas encaminadas en este sentido.

Las universidades españolas no se han podido mantener al margen de esta creciente preocupación por una movilidad más sostenible y racional. Así, las universidades españolas, a través de la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE), han creado una comisión para evaluar las buenas prácticas en movilidad sostenible y accesibilidad desarrolladas por las universidades.

Atendiendo a esta creciente preocupación, la gerencia de la Universidad de Extremadura (UEX) ha considerado pertinente tomar medidas para racionalizar y reducir los costes provocados por la movilidad. Al mismo tiempo, siendo conscientes de la existencia de varios grupos de investigación de la UEX directamente implicados en el desarrollo e implantación de planes de movilidad, se ha puesto a disposición de estos investigadores de la UEX los

medios necesarios para el estudio de la movilidad obligada a los campus extremeños. Estudio que se pretende divulgar, entre otros medios, a través de la publicación que encabeza el presente prólogo que he tenido el honor de escribir.

El objetivo principal de esta publicación se centra en caracterizar los desplazamientos obligados a los centros universitarios de la UEx, prestando especial atención: al análisis la oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus, la percepción de la movilidad de los universitarios, la contaminación acústica de los campus, así como el sistema de transporte público.

Como no puede ser de otra manera, el ámbito de este estudio se circunscribe a las cuatro ciudades donde tiene presencia la Universidad de Extremadura, los dos campus universitarios de Badajoz y Cáceres, junto a los dos centros universitarios de Mérida (Badajoz) y Plasencia (Cáceres).

El resultado de este riguroso proceso de análisis y estudio no hubiera sido posible sin la constancia y perseverancia de un grupo de entusiastas investigadores que han visto claro el objetivo pretendido. Bajo la precisa batuta del investigador principal, el profesor don José Antonio Gutiérrez Gallego, al que desde hace años he podido seguir en sus inquietudes y que

reflejan una brillante trayectoria académica e investigadora, se han agrupado e implicado todo un elenco de empleados de la Universidad con la idea clara de que el proyecto fuera algo más que diagnóstico de la situación. Mi especial agradecimiento a todos ellos por ver cumplido lo que a priori resultaba ser un trabajo de dificultades añadidas. Al gestor de proyectos de investigación, don José Castro Serrano, al profesorado investigador, doña María Montaña Jiménez Espada, don Valentín Gómez Escobar, don Miguel Candel Pérez, don José Manuel Pérez Pintor, don Francisco Javier Jaraiz Cabanillas; y a los técnicos de apoyo, don Enrique Eugenio Ruiz Labrador y don Rubén de Rodríguez Muñoz.

Analizada la situación, queda un nuevo recorrido por seguir. Concienciar a los responsables de las distintas instituciones locales y autonómicas para que puedan propiciarse soluciones a los problemas y prevenir situaciones de futuro que ayuden a mejorar la seguridad en las divisiones del campus universitario extremeño. Una labor a la que quedamos todos emplazados con el protagonismo propio de quienes nos han facilitado este grandioso trabajo que ahora ve la luz pública.

Luciano Cordero Saavedra  
Gerente de la Universidad de Extremadura.

# 1

## Introducción a la movilidad sostenible

**Rubén de Rodrigo Muñoz** | Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura  
rderodri8@unex.es

**Enrique Eugenio Ruiz Labrador** | Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura  
eruizl@unex.es

### 1 **Ámbito de estudio**

**E**l ámbito de estudio se centra en el territorio de la Comunidad Autónoma de Extremadura, aunque bien es cierto que en él se considera también al resto de la península ibérica, ya que las instalaciones de la Universidad de Extremadura reciben usuarios tanto de otras provincias españolas como de Portugal. Esta Comunidad Autónoma tiene una extensión de 41.635 km<sup>2</sup> y una población de 1.092.997 habitantes según datos del año 2015. Estos datos implican una densidad de población de 26 hab/km<sup>2</sup> (muy inferior a la media española que se sitúa en 92 hab/km<sup>2</sup>).

A su vez, la población extremeña presenta una distribución irregular a lo largo de su territorio. La diferencia de densidades de población entre las dos provincias extremeñas es notable: Badajoz tiene una densidad de 32 hab/km<sup>2</sup>, mientras que la de Cáceres ronda los 21 hab/km<sup>2</sup>. A esta diferencia

de densidades provincial hay que añadirle el hecho de que un 40% de los habitantes extremeños se concentran en tan solo 7 ciudades principales (ciudades medias con población superior a 25.000 habitantes pero inferior a 150.000): Mérida, Badajoz, Cáceres, Don Benito, Plasencia, Almendralejo y Villanueva de la Serena. Esto ofrece una idea clara acerca del elevado grado de dispersión existente. Si a esto se le añade que los principales centros universitarios se concentran en 4 de estas ciudades, el resultado es que los usuarios de la Universidad de Extremadura se ven obligados a realizar grandes desplazamientos para acudir a sus centros, o cambiar sus lugares de residencia habituales a una de estas ciudades.

En lo que respecta a la movilidad urbana en general y en la de ciudades medias en particular, se puede decir que desde mediados de los años 60 del siglo pasado hasta nuestros días, la población residente en dichos núcleos ha adquirido paulatinamente un modelo caracterizado por los siguientes elementos (García y Gutiérrez, 2007):

- ◆ Abuso del vehículo privado en el acceso a los principales bienes y servicios ofertados en la ciudad, con ocupaciones en la mayoría de los casos que apenas alcanza los 2 ocupantes/vehículo.
- ◆ Aumento del número de desplazamientos y la velocidad en los mismos.
- ◆ Reducción drástica de formas de desplazamiento más saludables y eficientes, como el desplazamiento peatonal o ciclista, sin dejar de lado modos intermedios como el transporte público.
- ◆ Incremento de la distancia a cubrir en los desplazamientos habituales (trabajo, estudios, ocio o actividades burocráticas entre otros), fruto de la necesidad de cubrir un mayor espacio urbano vital por parte de los usuarios en dichos movimientos (González, 2009).

Esta movilidad va asociada a un tipo de crecimiento urbano identificado por una especialización de usos y un consumo de suelo urbano muy importante, reservado a áreas industriales y residenciales con baja densidad demográfica (Thomson, 2002; Fariña y Naredo, 2010). Este tipo de crecimiento incrementa considerablemente los costes de desplazamiento, tanto económicos como sociales y medioambientales, muy vinculados al uso masivo del vehículo privado como modo de transporte más utilizado, aun siendo el menos sostenible (Bañobre y Romero, 2009). Algunas consecuencias heredadas de este tipo de movilidad son la reducción de la igualdad en el acceso a los principales servicios de determinados grupos socialmente desfavorecidos (personas mayores o con un bajo poder adquisitivo), los cuales no pueden acceder con garantías a un vehículo privado, el incremento de la contaminación acústica y atmosférica, o la reducción de la seguridad vial en los desplazamientos, entre otras (Lozano, 2009).

Este modelo de movilidad ha sido adoptado por todos los sectores económicos y grupos poblacionales residentes en nuestras ciudades medias, incluidos aquellos más proclives a los avances de nuestra sociedad y más sensibilizados a adoptar formas de movilidad más sostenibles y beneficiosas para el medio ambiente urbano, como es el caso de la Comunidad Universitaria. Por tanto, resulta clave la localización de los Campus Universitarios en nuestras ciudades (en este caso las extremeñas) ya que una localización periférica promueve un modelo de movilidad más insostenible, basado en el uso casi exclusivo de los modos motorizados más contaminantes e insostenibles, lo que deriva en problemas que hay que mitigar como la congestión vehicular a determinadas horas del día, la saturación de los espacios destinados al estacionamiento y una clara reducción de la seguridad vial en dichos entornos (García y Gutiérrez, 2007).

Así pues, atendiendo a lo comentado, se puede afirmar que el objetivo principal del presente estudio es analizar los aspectos más relevantes relacionados con la movilidad obligada de los campus de la Universidad de Extremadura, con el fin de detectar problemas relacionados en este sentido y poder aplicar medidas correctoras al respecto.

En este trabajo se pretende caracterizar los desplazamientos obligados a los centros universitarios de la Universidad de Extremadura, analizar la oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus, la percepción de la movilidad de los universitarios, la contaminación acústica de los campus y el sistema de transporte público ofertado.

A partir de la información obtenida se aspira a mejorar la movilidad de los usuarios, con el fin de proponer medidas que aproximen el sistema de transporte hacia una movilidad más sostenible.

## 2. Estado del arte

### 2.1. MOVILIDAD SOSTENIBLE

A grandes rasgos, la movilidad sostenible se define como un tipo de movilidad que se caracteriza por la equidad, la reducción de la congestión y el respeto al medio ambiente en el acceso a los servicios. Si además se le añade el adjetivo de “urbano” a dicha actividad, esta se limita al estudio de los desplazamientos producidos en el ámbito urbano. Otra definición muy acertada de este concepto lo describe como un conjunto de pautas de transporte que pueden proporcionar a los usuarios los medios y las oportunidades para conjugar necesidades económicas, medioambientales y sociales de manera eficiente y equitativa, reduciendo los impactos negativos y sus costes asociados en el tiempo y en el espacio (Ilárraz, 2008).

Una racionalización en el uso de los modos de transporte motorizados, priorizando aquellos colectivos con respecto al vehículo privado para desplazamientos de larga distancia y en el caso de desplazamientos de corta-media distancia, los modos llamados sostenibles en detrimento de los motorizados (bici o desplazamiento a pie), son medidas que fomentan este tipo de movilidad. Además, el adjetivo “sostenible” hace referencia a la igualdad en el acceso de la población a los servicios y la reducción de los niveles de contaminación acústica y ambiental en un espacio determinado, para satisfacer sus necesidades sin comprometer las de las generaciones venideras. Así, el hecho de aplicar políticas de movilidad sostenible en un espacio urbano dado, repercute en un impulso del desarrollo económico y una maximización de la accesibilidad, al mismo tiempo que se mejora la calidad de vida de sus ciudadanos (Comisión de las Comunidades Europeas 2007).

Los análisis de movilidad urbana sostenible han crecido en calidad y cantidad en los últimos años debido a la mayor concentración de población localizada en las ciudades, a una tendencia creciente hacia un modelo de movilidad “intensiva” y a un uso amplio del territorio (Muñoz, 2009). Para combatir todos estos problemas han comenzado a surgir estudios técnicos que buscan la aplicación real de una gestión más eficiente sobre este tipo de desplazamientos. En lo que respecta a los movimientos intraurbanos, destacan los “planes de movilidad urbana sostenible” o PMUS, y los “planes de transporte al trabajo”, o PTT (IDAE, 2006 a y b).

Por tanto, un Plan de Movilidad Urbana Sostenible es un instrumento de gestión de la movilidad a escala global que aúna todos los criterios de sostenibilidad aplicados a dicha actividad. De igual modo, un Plan de Transporte al Trabajo, es un instrumento de gestión de la movilidad pero aplicado en este caso a la problemática observada en un centro de trabajo determinado. Ambos documentos engloban un conjunto de actuaciones que intentan implantar formas de desplazamiento sostenibles y racionalizar el uso del vehículo privado, para garantizar una mejor calidad de vida de los usuarios afectados (en lo que respecta al PMUS serían usuarios que se desplazan por la ciudad y en el caso del PTT se referiría a trabajadores que acceden diariamente a una empresa para llevar a cabo su actividad laboral). Este mismo concepto se puede extrapolar a los centros de estudio o cualquier otro lugar de confluencia de personas. Para ello se adoptan medidas que intentan reducir los costes del transporte y los derivados de la congestión del tráfico y el excesivo grado de ocupación del espacio en cuestión. De esta forma, la movilidad urbana sostenible garantiza las necesidades de movilidad de todos los ciudadanos, contribuyendo a la mejora del medio ambiente urbano y la salud.

## 2.2. PLANES DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

Numerosas ciudades de todo el mundo están poniendo en marcha Planes de Movilidad Locales (PDU en Francia, LTP en Gran Bretaña, PUM en Italia, etc.), impuestos obligatoriamente en las ciudades grandes y medianas por sus respectivos países. Son planes de actuación conjunta, no sectorial, con objetivos definidos (reducir la movilidad motorizada) y para ello aplicando diversos instrumentos: legales, fiscales, impulso del transporte público... De esta forma, se aseguran la coherencia del conjunto de las políticas locales de movilidad y planeamientos urbanos.

En términos generales, las posibles estrategias que un Plan de Movilidad Urbana Sostenible puede adoptar se agrupan en cuatro categorías, que coinciden a la postre, con los objetivos que pretenden alcanzar:

- ◆ Reducir la necesidad de transporte.
- ◆ Potenciar el cambio modal.
- ◆ Desarrollar sistemas de transporte “limpios y silenciosos”.
- ◆ Mejorar la eficiencia del transporte.

A continuación, se describen algunos detalles de los Planes de Movilidad citados anteriormente y de alguno más de posible interés, que han sido o son referentes en este ámbito:

- ◆ PDU en Francia: Los Planes de Desplazamiento franceses se basan en tres leyes de ordenación interior del transporte impuestas por el Ministerio de Transporte de dicho país. Estas leyes toman más fuerza cuando el Ministerio de Medio Ambiente convierte la elaboración de los planes en obligatoria para todas las aglomeraciones superiores a 100.000 habitantes. Posteriormente se introdujo dentro del llamado

“Esquema de Coherencia Territorial”, la obligatoriedad de contemplar objetivos de seguridad vial, siendo compatibles con los planes del suelo. El principal objetivo de los PDU es disminuir el tráfico de automóviles, potenciando el transporte público y los modos alternativos, asegurando el equilibrio entre movilidad y accesibilidad, la protección del medio ambiente y la salud. En Francia existen también los llamados “micro PDU” que abordan propuestas concretas en torno al PDU de una zona determinada. Son en definitiva, actuaciones locales que en ocasiones, se concretan en planes de transportes a un centro de trabajo, centro universitario, hospitales, etc.

- ◆ PUM en Italia: La regulación de los PUM en Italia comienza con una norma del Ministerio de Obras Públicas sobre la implantación de planes urbanos de tráfico (PUT) en ciudades de más de 30.000 habitantes, aunque únicamente con obligatoriedad para los ayuntamientos de más de 100.000 habitantes. Para su implantación, existen unas directrices generales aprobadas a nivel nacional, aunque cada región produce las suyas, definiendo una serie de indicadores para medir la eficacia del programa. La idea es que el PUM se integre con otros instrumentos como son el PUT, los planes ambientales, o los planes urbanísticos. El objetivo impuesto para los PUM en Italia es satisfacer la necesidad de movilidad de los ciudadanos, reducir los niveles de contaminación atmosférica y acústica, disminuir los niveles de consumo energético, aumentar la seguridad vial, y reducir el uso del vehículo privado fomentando el “car pooling” y “car sharing” como mecanismos para la reducción de la congestión de las áreas urbanas.
- ◆ LTP en Gran Bretaña: El Ministerio de Medio Ambiente, Transporte y las Regiones es el encargado de marcar las políticas en materia de planes de transporte, tomando como guía dos importantes documentos de referencia: el Libro Blando y la Ley de Transporte. A partir de dichos

documentos guía se creó un Ministerio específico para la materia en cuestión. El marco geográfico del LTP es el condado y no existe un mínimo de población para la obligatoriedad de implantación de un plan de movilidad en ciudades como en los casos anteriores. Se exige además, una revisión anual de los planes realizados como base de la financiación, ya que puede aumentar si los objetivos específicos del plan se han cumplido. Los LTP deben establecer objetivos coherentes con los nacionales, lo que supone desarrollar estrategias para promover los servicios de transporte público, seguros, integrados y eficientes. Además, deben crear una línea de estrategia a largo plazo, la cual se va realizando y revisando anualmente, donde a medida que van cumpliendo los objetivos marcados van recibiendo la financiación para continuar.

- ◆ PMU en España: La puesta en marcha de planes de movilidad urbana sostenible en nuestro país es bastante reciente. Aunque se enmarca dentro de un marco estratégico bien definido (PEIT), no hay un documento normativo como tal que prevea su implantación excepto en Cataluña, que cuenta con una Ley de Movilidad propia que señala la elaboración y aprobación de planes de movilidad para municipios de más de 50.000 habitantes. Lo que existe en España es una guía práctica para implantación de PMUS editada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía en el año 2006, donde de manera clara se explican las características del plan y el mejor modo de llevarlo a la práctica. La guía no ofrece una serie de objetivos más allá de los propios conceptos de sostenibilidad, dependiendo más específicamente de cada caso en concreto. Sí recomienda que el plan se enmarque en una estrategia regional donde se definan los objetivos a alcanzar por los

planes municipales y la coordinación entre ambos niveles. Dentro de las líneas de actuación en cuanto a movilidad se refiere en nuestro país, se describen algunos de los casos más importante y referentes:

- Barcelona: (1.600.000 habitantes) cuenta con un plan de movilidad integrado y coordinado, que incluye los siguientes puntos: planificación urbanística y ordenación del territorio; planificación y gestión de la movilidad urbana; uso racional del coche fomentando el coche compartido; fomentar la movilidad a pie y el uso de la bicicleta aumentando las superficies destinadas a ello; incrementar el uso del transporte público; mejorar la eficiencia del transporte de mercancías y la movilidad de trabajadores; y por último, la implantación de campañas de información y promoción. Estas acciones han contribuido a la pacificación del tráfico y a la reducción de accidentes en, aproximadamente, un 3%. Consolidación de la bicicleta como modo de transporte, con más de 40.000 viajes, y un aumento en su uso del 50% respecto del año pasado. Aumento del uso del transporte público en un 19,8%, con un total de 910,2 millones de viajes e incremento del transporte público en las relaciones interurbanas en un 11,7%, frente al 0,2% del vehículo privado.
- Vitoria: (230.000 habitantes). Para promover la movilidad peatonal se aplican las siguientes acciones: creación de itinerarios peatonales, peatonalización del centro urbano, peatonalizaciones parciales en fin de semana, implantación de escaleras mecánicas en vías de pendiente pronunciada, y por último, implantación de

una fase de protección semafórica para el peatón. Otro de los elementos característicos de la ciudad es la red de bicicletas. Como medidas adicionales para restringir el uso del coche, se han creado resaltes en la calzada y restricción de aparcamientos. Al objeto de mejorar el transporte público, se ha propuesto una nueva red de tranvía y la remodelación de la actual red de autobuses, con líneas circulares y pasantes por el centro urbano.

- San Sebastián: (185.000 habitantes). Su modelo de movilidad se basa en una firme apuesta por el transporte público y por los modos no motorizados además de la limitación del uso del vehículo privado. Se pretenden mejorar las redes peatonales, incrementando más la permeabilidad de las barreras actuales y facilitando el transporte vertical mediante ascensores y escaleras mecánicas. Por otro lado, al objeto de incrementar el uso del transporte público, se exige la implantación de carriles reservados que permitan un tiempo de viaje al centro que no exceda los 10 minutos.

## 2.3. LA MOVILIDAD EN EL ENTORNO UNIVERSITARIO

Hablar de movilidad en entornos universitarios es hablar de problemas de estacionamiento por el abuso del vehículo privado, aumento de la contaminación acústica y ambiental, o congestión en las principales horas punta de entrada/salida a los campus universitarios, entre otros problemas. Para resolver o reducir todos estos problemas, algunas de las universidades españolas más importantes han implantado en sus entornos un plan de movilidad: Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Universidad Complutense de Madrid, Universitat de Barcelona, Universidade da Coruña,

Universidad de Alcalá de Henares, Universidad de Cádiz, Universidad de Granada y Universidade de Vigo (CRUE, 2013). A continuación se describen cuáles son sus puntos fuertes y algunas de sus buenas prácticas más interesantes.

### 2.3.1. Plan de Movilidad de la UAB

El Plan de Movilidad de la UAB (PMUAB) es una herramienta de gestión y planificación de la movilidad donde se desarrollan las líneas estratégicas del Plan Estratégico de Accesibilidad.

La accesibilidad de la UAB es un aspecto clave de la política universitaria y, como nodo metropolitano singular, precisa de la participación de las administraciones competentes. Por ello, el Plan de Movilidad de la UAB se elaboró en colaboración conjunta con la Unidad de Planificación y Gestión de la Movilidad (UPGM), el ayuntamiento de Cerdanyola, municipio donde se ubica la institución, la Autoridad Territorial de la Movilidad y la Generalitat de Cataluña.

El objetivo principal del PMUAB como herramienta es el de desarrollar las líneas estratégicas del Plan Estratégico de Accesibilidad con actuaciones concretas y calendario y presupuesto aproximados.

Para conseguir este objetivo El PMUAB se propone como sub-objetivos incrementar la accesibilidad del campus, potenciando el transporte público colectivo, los desplazamientos en bicicleta y a pie, así como alcanza un uso más racional del vehículo privado, tomando como referencia los principios de sostenibilidad, seguridad y equidad social.

En relación a los recursos humanos, cabe destacar la participación de las administraciones competentes: la UAB a través de la UPGM, el ayuntamiento de Cerdanyola, la Autoridad Territorial de la Movilidad (ATM) y la Generalitat de Cataluña.

Este plan les permite tener una planificación de las actuaciones a elaborar en materia de movilidad. Para mejorar el servicio a raíz de la creación del PMUAB, se actuó mediante la ampliación y la mejora de la oferta de los servicios de autobús interurbano y ferroviario, la mejora del servicio de bus interno de la UAB, incrementando las líneas y unificando la imagen, la adaptación a personas con movilidad reducida y la incorporación de nuevos vehículos más sostenibles ambientalmente. También destacan actuaciones urbanísticas para fomentar el uso de modos no motorizados así como la mejora de la red de itinerarios de conexión con bicicleta desde los municipios más próximos al campus, la pacificación del campus, la ampliación de la red interna de vías para ciclistas, y la ampliación de la dotación de aparca-bicis.

### **2.3.2. Plan de Movilidad Urbana Sostenible de la ciudad universitaria de Madrid (PMUS-CUM)**

Plan especial encargado a expertos por el Consorcio de la Ciudad Universitaria cofinanciado además, por el Campus de Excelencia Internacional Moncloa (CEI – Moncloa) y el Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid. Los objetivos planteados en dicho instrumento de ordenación fueron: disponer de una actualización de la movilidad en el conjunto de la Ciudad Universitaria de Madrid; analizar su problemática y estudiar las vías, mecanismos y necesidades acuciantes para fomentar el uso del transporte público; mejorar la movilidad y el entorno universitario bajo un objetivo general de incrementar considerablemente la sostenibilidad en el campus.

El plan se licitó oficialmente. Los adjudicatarios están en la actualidad en la fase de redacción del informe final que deberá ser presentado en el próximo trimestre.

### **2.3.3. Plan de Movilidad de la Universidad de Cádiz**

Fue creado como propuesta para fomentar el uso del transporte público combinado con el uso de la bicicleta. Con este fin se plantearon iniciativas como la posibilidad primero de utilizar trenes y posteriormente en los diferentes campus, la posibilidad de hacer efectiva esta combinación con la implantación de estacionamientos para bicicletas, fomentando así el uso de ambas alternativas. Se pretendía por tanto, reducir el uso del transporte privado tanto en profesores y PAS, como en alumnos.

Los objetivos principales eran: mejorar el transporte sostenible, explorar medidas alternativas de transporte ecológico, concienciar a la Comunidad Universitaria de la necesidad de usar estos modos de transporte y fomentar el uso racional del transporte privado. Cumpliendo con estos los objetivos marcados se logró la disminución del uso del transporte privado y el incremento de modos de transporte sostenibles.

### **2.3.4. Plan de Movilidad y reordenación del campus externo de la Universidad de Alcalá de Henares**

En 2012 se pone en marcha en la Universidad de Alcalá un Plan de Reordenación Integral atendiendo a criterios de movilidad. Dicho Plan, redactado de modo transversal por los Servicios de la UAH, se diseña teniendo en consideración el concepto de “Infraestructura verde” como guía para disminuir el impacto del desarrollo de la actividad en su entorno. La Movilidad Sostenible se comenzó a poner en marcha en la UAH en 2009 con el estudio del estado de los viales del Campus y el sistema de alquiler-préstamo de bicicletas. El Plan de Reordenación que aún sigue desarrollándose en la actualidad, se está implementando paulatinamente, incluyendo campañas de concienciación y participación de la comunidad universitaria. Este se completará en los próximos años.

Este plan incluye como objetivos generales la prevención de incidencias ambientales negativas que pudieran derivarse de la actividad universitaria, promover unos hábitos saludables y sostenibles entre los miembros de la comunidad universitaria, y fomentar una mayor eficiencia energética.

A partir de estos objetivos generales se trazaron unos más concretos como son el incremento del uso de la bicicleta, la racionalización del tráfico y la disminución del vehículo privado, facilitando así el uso del transporte público, promover el uso de energías menos contaminantes en el transporte, y la generación de espacios de encuentro donde promover hábitos saludables y respetuosos con el medio ambiente.

Para lograr cada uno de estos objetivos concretos se utilizaron distintos instrumentos:

- Incremento del uso bicicleta: la oficina de Ecocampus gestiona el sistema de alquiler-préstamo de las bicicletas. Se ha dotado al campus externo y a las distintas facultades de las infraestructuras necesarias (depósitos de bicicletas, aparca-bicis, carril bici...), se han aprovechado los carriles bici existentes en la ciudad de Alcalá y se ha llevado a cabo un mantenimiento periódico a las bicicletas.
- Racionalización del tráfico y disminución del uso del vehículo privado, facilitando el uso del transporte público: se modificaron los recorridos de autobuses en el campus en coordinación con la empresa de transporte para poder realizar la peatonalización parcial del interior del campus acompañada de una reordenación de los aparcamientos para lograr este objetivo. Del mismo modo para fomentar el uso del tren de cercanías, que tiene su apeadero en uno de los extremos del campus, se ofrece un trenecito universitario que transporta gratuitamente a los alumnos desde el apeadero

hasta sus facultades. Se pretende con este Plan de Reordenación adecuar espacios comunes que fomenten hábitos saludables, e integrar elementos externos de gran impacto que están situados en el campus externo, como el Hospital Universitario Príncipe de Asturias y el Parque Tecnológico.

- Promover el uso de energías menos contaminantes: se dispone de la primera fotolinera construida en España. Se trata de una estación de recarga para vehículos eléctricos alimentada con placas solares. Con un energético de 5.600 kWh anuales, la fotolinera puede abastecer a los vehículos eléctricos de la Universidad y también a los de los conductores particulares. La estación de recarga es por tanto, de uso mixto, tanto interno como público. Cuenta con 15 placas solares y nueve tomas totales. De las cuatro tomas para coches que sirven también para motos y otros vehículos eléctricos), dos son inteligentes y permiten controlar a distancia el proceso de recarga (desde un teléfono móvil, por ejemplo) y las otras dos son convencionales. La estación fotovoltaica está pensada para recargar vehículos eléctricos, pero cuando esté vacía la energía se derivará directamente al Jardín, que de esta forma podrá reducir su factura energética.

Con las actuaciones realizadas se ha logrado facilitar el uso de la bicicleta entre los miembros de la comunidad universitaria, la integración social de discapacitados, una mayor accesibilidad en el uso de transporte público entre los estudiantes de la UAH, un mayor uso de energías poco contaminantes en la flota de vehículos eléctricos que dispone la universidad y un incremento de salud entre los estudiantes y personal de la UAH a través de la realización de un mayor ejercicio físico en el acceso a sus respectivos centros.

## 2.3.5. Plan de Movilidad Sostenible y Seguridad Vial de la Universidad de Vigo

En los últimos años la Universidad de Vigo, a través de la Oficina de Medio Ambiente (OMA) y el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales (SPRL), desarrolló diferentes iniciativas de movilidad sostenible con el objetivo de conseguir un cambio modal en los desplazamientos, dando prioridad a la utilización de sistemas de transporte más eficientes: transporte público, vehículo privado compartido y modelos de transporte alternativos como la bicicleta y la movilidad a pie. Ahora surge la necesidad de englobar, ampliar y mejorar estas actuaciones bajo un Plan Estratégico para toda la comunidad universitaria, trabajadores y alumnos en cualquiera de los tres campus de la Universidad de Vigo.

Los objetivos principales de este Plan son:

- ◆ Conocer la realidad de los campus, tanto en relación a la demanda de movilidad, como en función de los distintos modos de desplazamiento y colectivos implicados (personal de administración y servicios, personal docente e investigador y estudiantes).
- ◆ Establecer estrategias para la gestión de la movilidad en la Universidad de Vigo.
- ◆ Incrementar y mejorar la movilidad no motorizada (desplazamiento a pie y en bicicleta), así como también la utilización del transporte público colectivo.
- ◆ Fomentar el uso racional del vehículo privado motorizado mediante modelos de coche compartido.
- ◆ Mejorar la accesibilidad universal, es decir, las condiciones de accesibilidad de las personas con movilidad reducida.

- ◆ Integrar medidas de información, comunicación y participación, dirigidas a la comunidad universitaria, con el fin de promover la movilidad y la seguridad vial.
- ◆ Sensibilizar a la comunidad universitaria de los problemas de la siniestralidad en los desplazamientos al trabajo o al lugar de estudio.
- ◆ Definir medidas y períodos para la evaluación y seguimiento del PMSVUV.

Con la implantación del citado Plan se ha logrado una mayor concienciación de toda la comunidad perteneciente a la Universidad de Vigo y una reducción del impacto ambiental en los últimos años, lo cual viene reflejado en el análisis de la Huella de Ecológica.

## 3. Bibliografía

- BAÑOBRE, E. AND A. ROMERO. Los BRT en corredores segregados como sistema óptimo de transporte urbano. In.: En Cossío, F.J. (Coord.): "Administrando en entornos inciertos". Congreso Nacional de la Asociación Europea de Dirección y Economía de Empresa, Sevilla., 2009.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. Libro Verde. Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana. In.: Bruselas., 2007.
- CRISTÓBAL, C., J. GUTIÉRREZ AND G. GÓMEZ Accesibilidad peatonal a la red de metro de Madrid. Anales de Geografía de la Universidad Complutense, 20, 451-464., 2000.
- FARIÑA, J. AND J. M. NAREDO Libro Blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español. Biblioteca CF+S, Madrid., 2010.
- GARCÍA, J. C. AND J. GUTIÉRREZ-PUEBLA Pautas de la movilidad en el área metropolitana de Madrid 2007.
- GONZÁLEZ, F. A. Estimación de la demanda mediante modelos avanzados de distribución, utilizando técnicas econométricas y de programación matemática. Tesis Doctoral dirigida por Prof. Dr. Ángel Ibeas Portilla y Prof. Dr. Luigi Dell'Olio. Santander, Universidad de Cantabria, 315 p., 2009.

GUTIÉRREZ, J.A. ET AL Accesibilidad de la población a las aglomeraciones urbanas de la Península Ibérica. Finisterra, XLV, 89, pp. 107-118, 2010.

ILÁRRAZ, I. Movilidad sostenible y equidad de género. Zerbitzuan Gizarte zerbitzuetarako aldizkaria, 40, 61-66., 2008.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA, I. Guía práctica PMUS para la elaboración e implantación de Planes de Movilidad Urbana Sostenible. In.: Madrid., 2006a.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA, I. Guía práctica PTT para la elaboración e implantación de Planes de Transporte al Centro de Trabajo. Edtion ed.: Madrid., 2006b.

IZQUIERDO R, MONZÓN A La accesibilidad a las redes de transporte como instrumento de evaluación de la cohesión económica y social. TTC, 1992.

LOYOLA, C. AND E. ALBORNOZ Flujo, movilidad y niveles de accesibilidad en el centro de

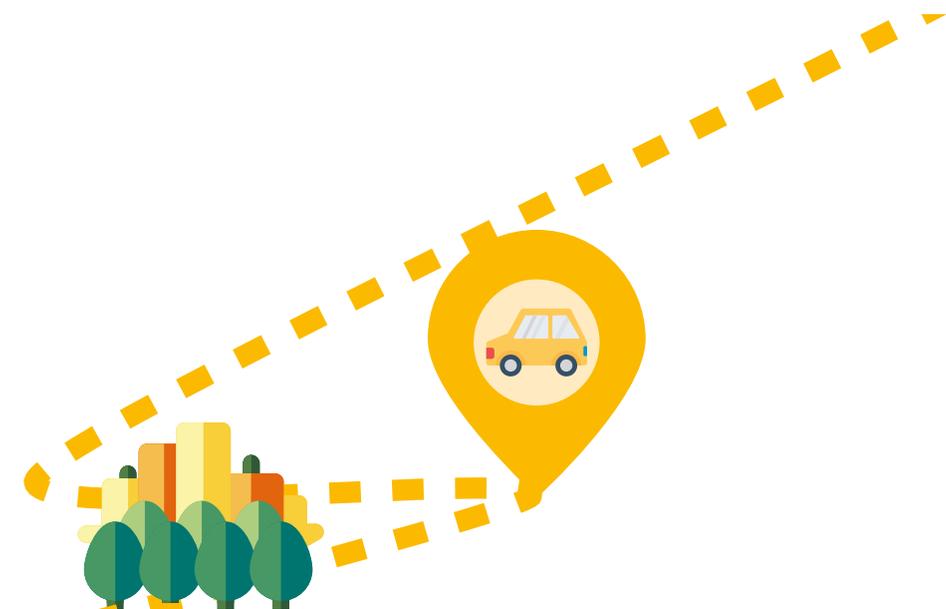
Chillán. Propuestas de mejoramiento mediante SIG. Urbano, 18, 17-27, 2009.

LOZANO, M. Á. D. Urbanismo y movilidad: dos caras de la misma moneda. Ingeniería y territorio, 2009, (86), 4-9.

LUCAS, F. Diseño y aplicación de una metodología para el desarrollo de planes de transportes sostenibles en centros universitarios. Tesis Doctoral dirigida por el Prof. Jesús Racero Moreno. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla, Sevilla., 2015.

LÓPEZ, M. AND L. LA PAIX Los planes de movilidad urbana sostenible (PMUS) desde una perspectiva europea. II Congreso Internacional de Movilidad de Ciudadanos de Madrid (CIMO): hacia una nueva cultura de la movilidad urbana, Madrid., 2008.

THOMSON, I. Impacto de las tendencias sociales, económicas y tecnológicas sobre el transporte público: una investigación preliminar en ciudades de América Latina. Ed. Cepal Eclac, Naciones Unidas, Santiago de Chile., 2002.



# 2

## Metodología para la generación de un modelo de movilidad sostenible en la UEX

**Francisco Javier Jaraíz Cabanillas** | Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales  
[jfjaraiz@unex.es](mailto:jfjaraiz@unex.es)

**José Castro Serrano** | Gestor de Proyectos. Universidad de Extremadura.  
[josecastro@unex.es](mailto:josecastro@unex.es)

**José Antonio Gutiérrez Gallego** | Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura.  
[jagutier@unex.es](mailto:jagutier@unex.es)

### 1. Fuente de datos

Para la realización del Plan de Movilidad Sostenible de la UEx y, concretamente, la generación de un Modelo SIG, se contó con distintos datos de partida, sin los cuales no se hubiera podido realizar un estudio con garantías. Los datos con los que se contó en un inicio son:

- ◆ Tablas de registro poblacional (UTEC-UEx, 2015). Se utilizan las tablas recabadas por la “Unidad Técnica de Evaluación y Calidad” de la UEx, sobre alumnos y trabajadores inscritos en cada centro y ciudad universitaria concretos. De aquí se extrae la población objeto de estudio, desagregada por sexo, tipo de vinculación con la universidad (alumnos de grado, alumnos de posgrado, personal docente e

investigador o PDI, personal de administración y servicios o PAS u Otros) y centro adscrito dentro de cada campus analizado (Plasencia, Cáceres, Mérida o Badajoz). En el caso del campus de Cáceres, también se contemplan la Facultad de Estudios Empresariales y Turismo y el edificio de Rectorado, por encontrarse ambos alejados del campus pero pertenecientes a la población y ámbito objeto de estudio. En la misma situación se contemplan el Badajoz la Facultad de Biblioteconomía y documentación y la Escuela Ingeniería Agraria.

- ◆ Información sobre Universidad de Mayores (UMEx, 2015). Se recaba información tabular sobre el número de alumnos matriculados en la UMEx, desagregado igualmente por sexo y centro de adscripción en cada ciudad campus.

- Centros de investigación o empresas vinculadas (2015). Junto a la población interna de la propia universidad, se recopila información sobre el volumen de usuarios externos que acceden igualmente a trabajar a los diferentes centros de investigación o empresas ubicadas en los campus objetos de estudio. Así, en el caso de Cáceres se dispone del número de trabajadores del CENIT Insa e Intromac. De Badajoz, se tiene información similar de Indra Sistemas S.A. y del Parque Científico-Tecnológico de Extremadura (Plasencia y Mérida no tienen centros externos a la UEx cuyos movimientos pudieran ser representativos). Este volumen de trabajadores está desagregado por sexo y centro de trabajo dentro de cada campus universitario.
- Cartografía base (IGN, 2015). Para identificar la ubicación de cada campus universitario, los diferentes centros albergados en cada caso y las zonas residenciales de la población que accede habitualmente a cada campus, se genera información cartográfica en formato “.shp” compatible con entornos GIS genéricos. Parte de esta información se extrae del Instituto Geográfico Nacional (2015) y parte es de generación propia para este estudio.

De los datos de partida se obtiene ya información que permite poder enfocar el estudio en la dirección correcta. A continuación se muestran algunas de las características más importantes de la población de estudio: los usuarios de la Universidad de Extremadura.

## 1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Una primera impresión sobre la muestra a estudiar, nos la proporciona las clasificaciones de la población en función de la relación que guardan con la Universidad de Extremadura y el centro de estudios al que pertenecen dentro de los campus universitarios.

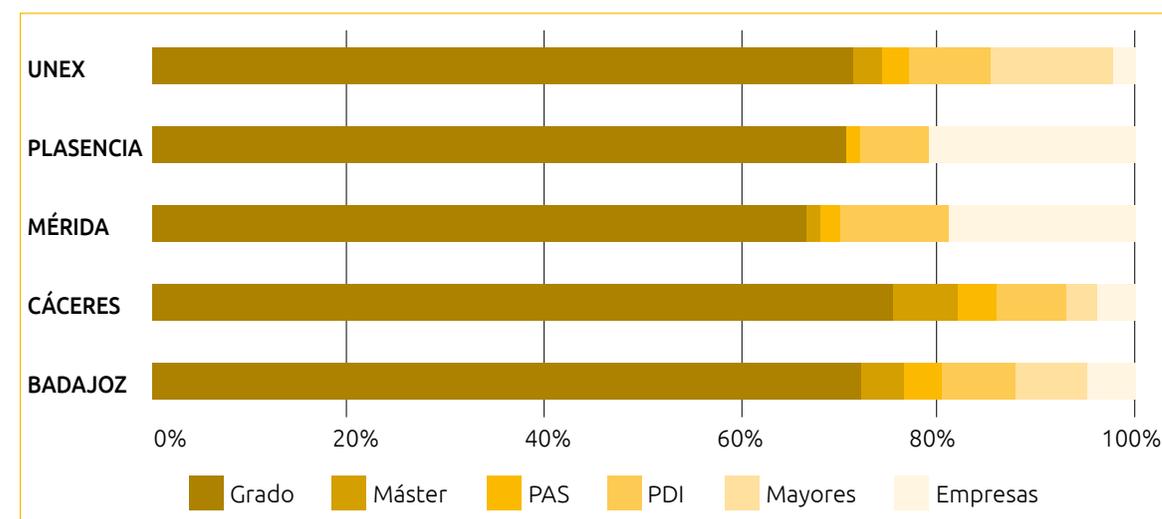


Figura 1. Distribución de la población según la vinculación con respecto a la Universidad de Extremadura.

En la Figura 1, se puede observar como el grupo de mayor volumen es el de los estudiantes de grado, seguido por los estudiantes del grupo de mayores y el personal docente e investigador. En menor proporción tenemos el grupo de los estudiantes de master, el personal administrativo y los empleados de las empresas ubicadas en los campus. De esta clasificación podemos adelantar que los grupos con alto porcentaje de representación, tendrán mayor influencia en los resultados del estudio.

Otra clasificación previa al estudio que se realizó fue clasificar por centros a la población dentro de los dos campus que cuentan con más de un centro de estudios.

Como se observa en la Figura 2, la distribución de la población en función del centro al que pertenecen dentro del campus universitario de la ciudad de Cáceres. En la Figura 3, tenemos la distribución por centros de estudio dentro del campus de la ciudad de Badajoz. Como en la clasificación anterior, los centros con mayor representación de población dentro su respectivo campus universitario tendrá mayor influencia en la movilidad del campus en cuestión.

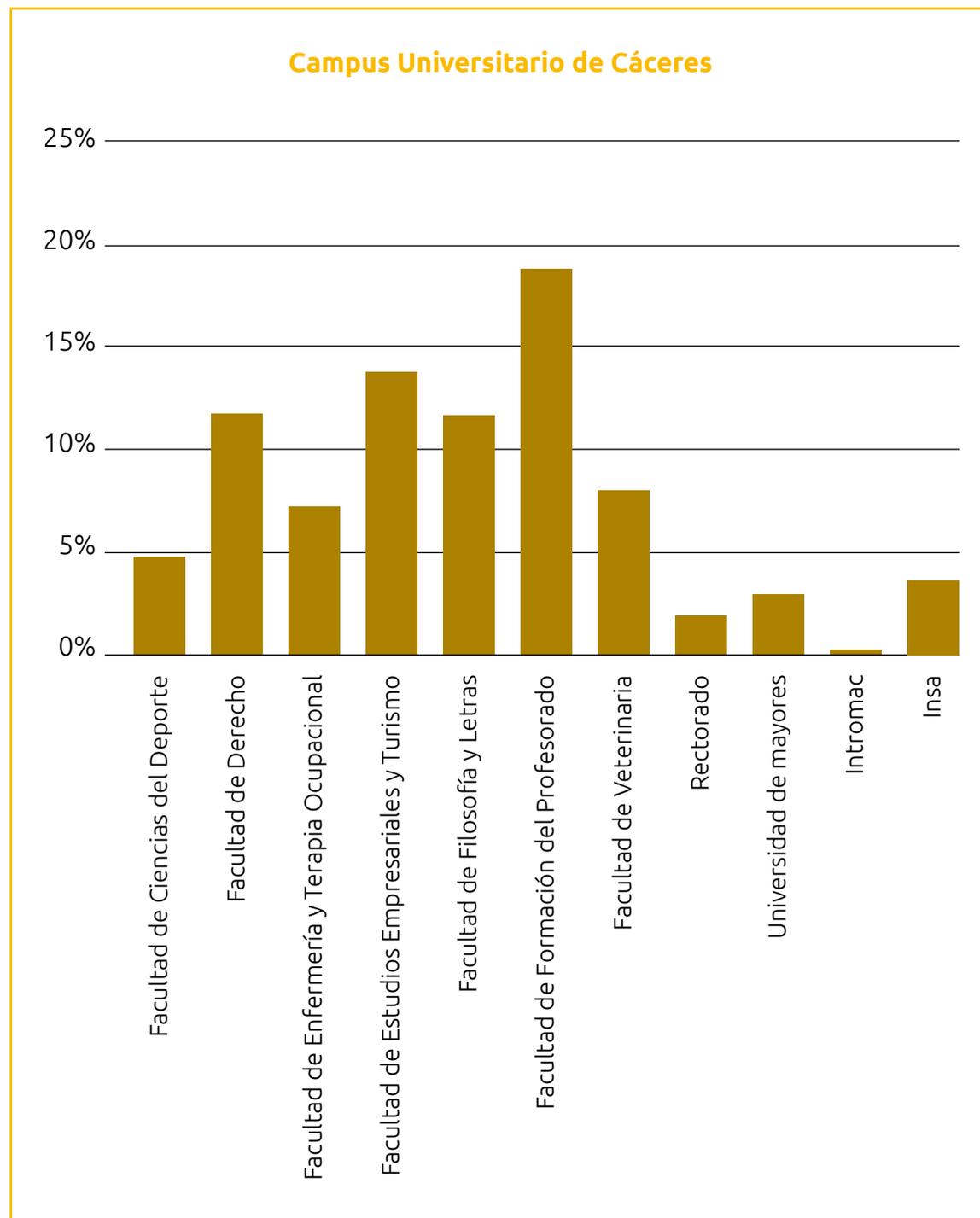


Figura 2. Distribución por centros en el campus universitario de Cáceres.

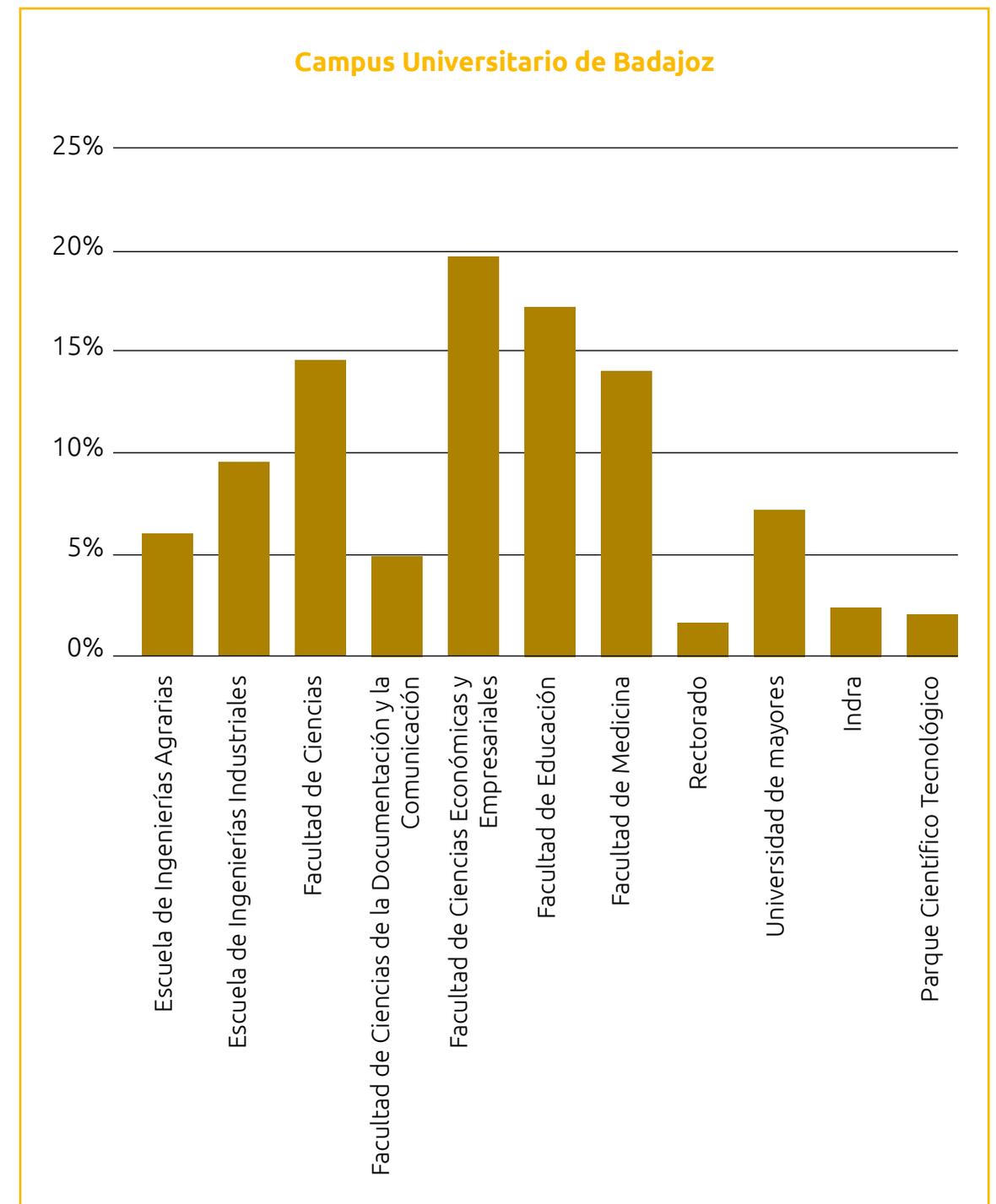


Figura 3. Distribución por centros en el campus universitario de Badajoz.

## 1.2. ACCESIBILIDAD A LOS CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Se puede afirmar que la accesibilidad de una localización es muy importante para su desarrollo económico, social, cultural, urbanístico, etc.; por este motivo, se deben establecer unas correlaciones entre los indicadores de accesibilidad y las variables socioeconómicas y territoriales. En este sentido, el análisis de la accesibilidad puede convertirse en un elemento de pronóstico (Izquierdo y Monzón, 1992).

El indicador de accesibilidad absoluta es sensible a la localización geográfica de los núcleos de población, primando a las zonas centrales, lo que resulta fundamental desde el punto de vista del desarrollo regional, en el que la base territorial no puede obviarse.

La accesibilidad absoluta mide el grado de interconexión de un punto con el resto de puntos de la región estudiada, relacionando los potenciales de población y el tiempo mínimo a través de la red de los núcleos de población a las principales aglomeraciones urbanas. Se trata de calcular la media ponderada del tiempo mínimo que separa a cada núcleo de población con respecto a las diferentes aglomeraciones urbanas a través de la red (Gutiérrez, J.A., 2010).

En la Figura 4, observamos cómo la zona de máxima accesibilidad es la comprendida entre las ciudades de Cáceres, Mérida y Badajoz. Esto es fruto de la buena red de infraestructuras con al que cuentan estas ciudades. Gracias a esto, los centros de la Universidad de Extremadura, se acercan sus servicios al resto de la población extremeña. A medida que nos vamos alejando, la accesibilidad disminuye concéntricamente. La ciudad de Plasencia cuenta con una Alta-Media, no teniendo la misma capacidad de permitir la entrada de usuarios a sus centros mediante la infraestructura viaria. Las zonas más alejadas y con peores niveles de accesibilidad son aquellas en las que los accidentes orográficos y las masas de agua que han de superar (ríos y embalses), influyen en buena medida en las infraestructuras de acceso (noroeste, nordeste y este de Extremadura).

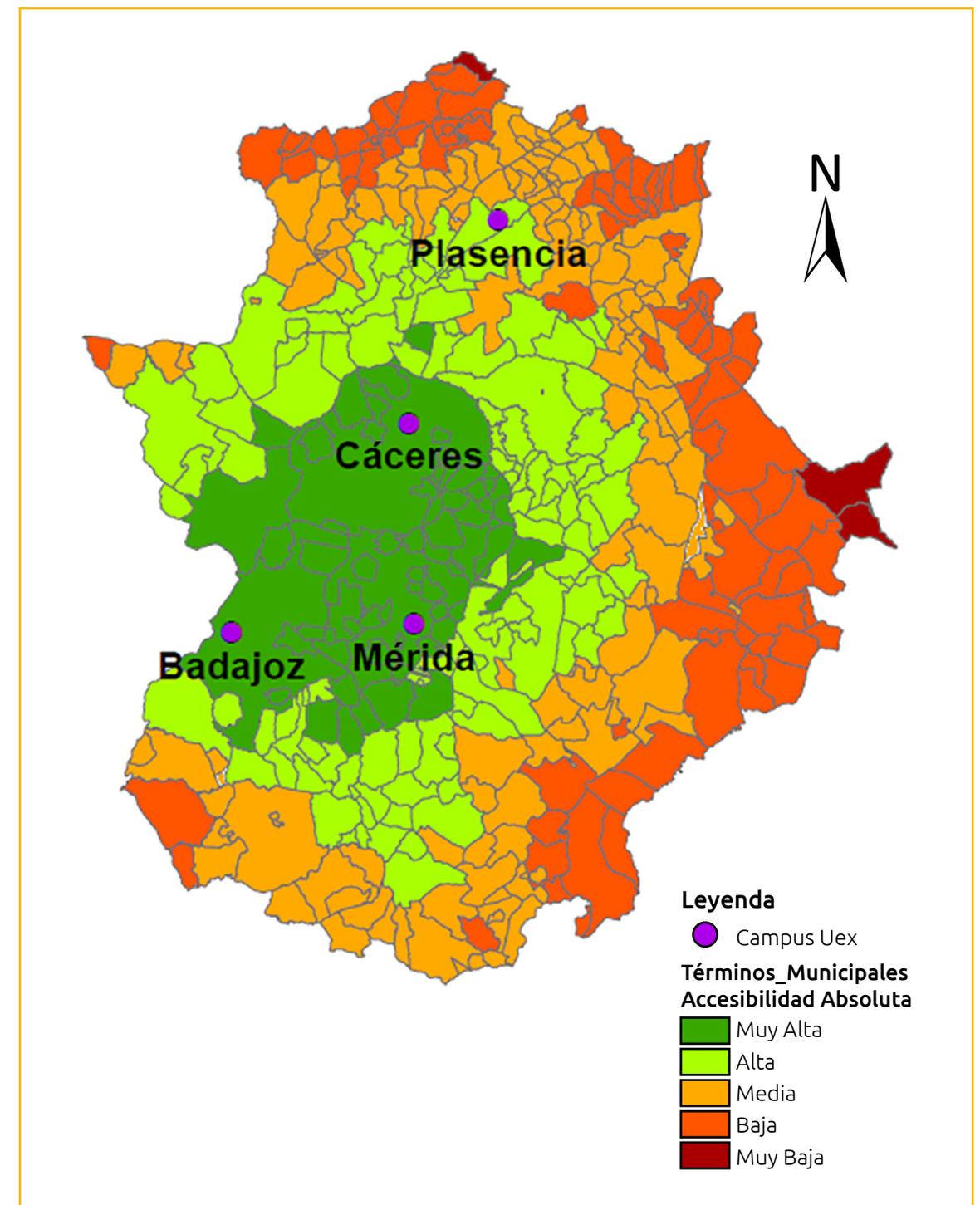


Figura 4. Representación de accesibilidad absoluta de los centros de la Universidad de Extremadura.

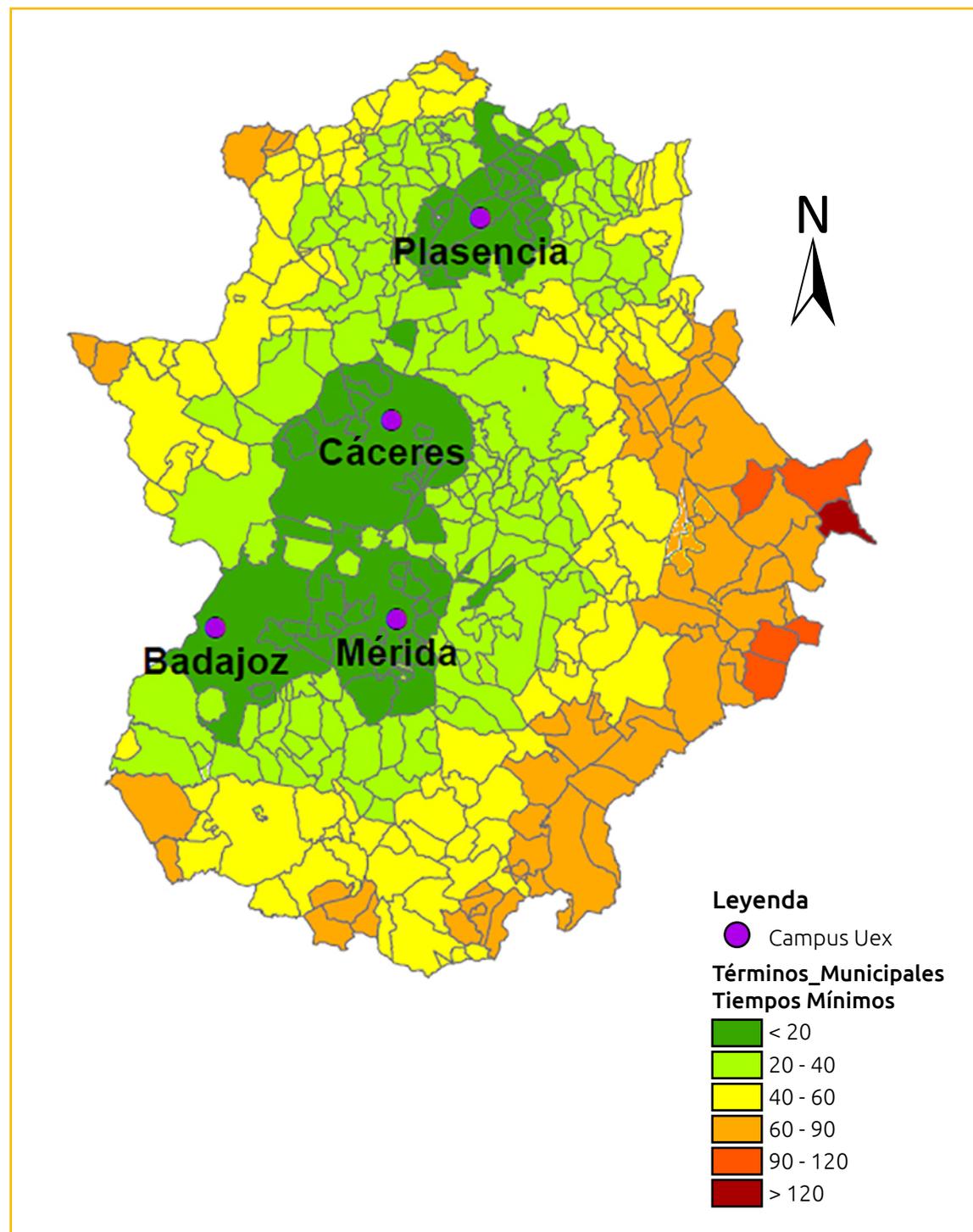


Figura 5. Representación de tiempos mínimos a los centros de la universidad de Extremadura.

Otro indicador interesante obtenido con entornos GIS y gracias al modelo de transporte creado, es el análisis de tiempos mínimos de acceso a cada ciudad campus extremeña (Figura 5). En este sentido, se observa cómo prácticamente el 80% de la población se encuentra a menos de 1 hora de un centro universitario (y de ellos al menos la mitad, a menos de 40 minutos). Observando estos datos analizamos la calidad del acceso a los centros de la universidad de Extremadura, que en la actualidad es buena, máxime teniendo en cuenta que gran cantidad de usuarios se localizan en los principales núcleos urbanos de esta región ya que buena parte de los estudiantes se desplazan de sus lugares de residencia temporalmente a estos núcleos para realizar sus estudios superiores.

## 2. Captura de información

Para poder realizar este estudio fue necesario recopilar una información, adicional de la población de estudio, para que junto a los datos de partida, se pueda tener una base sólida sobre la que sustentar nuestras afirmaciones y conclusiones.

### 2.1. ENCUESTAS DE MOVILIDAD

Lo primero que se hizo previo a la explotación de los datos, es detectar cuáles son las pautas de movilidad seguidas por los usuarios de la Universidad de Extremadura. Para ello se llevó a cabo un proceso de encuestado de preferencias declaradas en destino. Esto consiste en preguntar a los usuarios cuáles son sus pautas diarias de movilidad para acceder a los diferentes campus de la Universidad de Extremadura.

# Metodología para la generación de un modelo de movilidad sostenible en la UEX

Para poder realizar este proceso, lo primero que se hizo fue determinar el tamaño mínimo muestral, esto es fundamental para que la información extraída de la encuesta sea representativa de la movilidad de la población total de estudio. Para obtener dicho tamaño muestral se utilizó la siguiente expresión:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde N es la población total a analizar,  $Z^2$  es el valor a contemplar para asegurarse un Intervalo de confianza del 95%, p es la probabilidad de encontrar al perfil tipo a encuestar (en este caso se toma el caso más desfavorable,  $p=0,5$ ), q es  $1-p$  y  $d^2$  es el error máximo asumido en la muestra (en nuestro caso un 5%).

Los tamaños muestrales que arroja la expresión anterior para los distintos campus de la Universidad de Extremadura se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Tamaños mínimos muestrales a encuestar en los diferentes campus de la Universidad de Extremadura.**

Campus universitario	Población diana	Nº encuestas
C.U. Plasencia	1.519	307
Campus de Cáceres	10.629	371
C.U. Mérida	932	272
Campus de Badajoz	11.995	372
Totales	25.075	1.322

Con los tamaños mínimos muestrales definidos, el siguiente paso fue configurar la plantilla de la encuesta a realizar a la muestra de estudio. Para ello se utilizó la herramienta web Google Forms con su creador de formularios.

En la Figura 6, vemos como ejemplo algunas de las partes del formulario realizado en el Campus de la ciudad de Cáceres.

**Figura 6.** Partes del formulario de encuesta realizado a la muestra de estudio en el Campus de Cáceres.

Otro criterio a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo el proceso de encuestado es realizar las encuestas a todos los grupo que nos encontramos en cada centro en la misma proporción en que se encuentran en la población total, con el fin de conseguir unos resultados lo más representativos y que más se asemejen a dicha población.

Para obtener estas encuestas se envió el formulario a los diferentes responsables de cada centro, con el fin de maximizar su difusión. No obstante también fue necesario realizar encuestas in situ en los diferentes centros.

Tras realizar el proceso de encuestado, nos encontramos con un número mayor de respuestas al tamaño mínimo muestral, esto nos asegura poder disponer de la información suficiente para representar la movilidad de los usuarios que acceden diariamente a la Universidad de Extremadura (Tabla 2).

**Tabla 2. Muestra final obtenida del proceso de encuestado en los campus de la Universidad de Extremadura.**

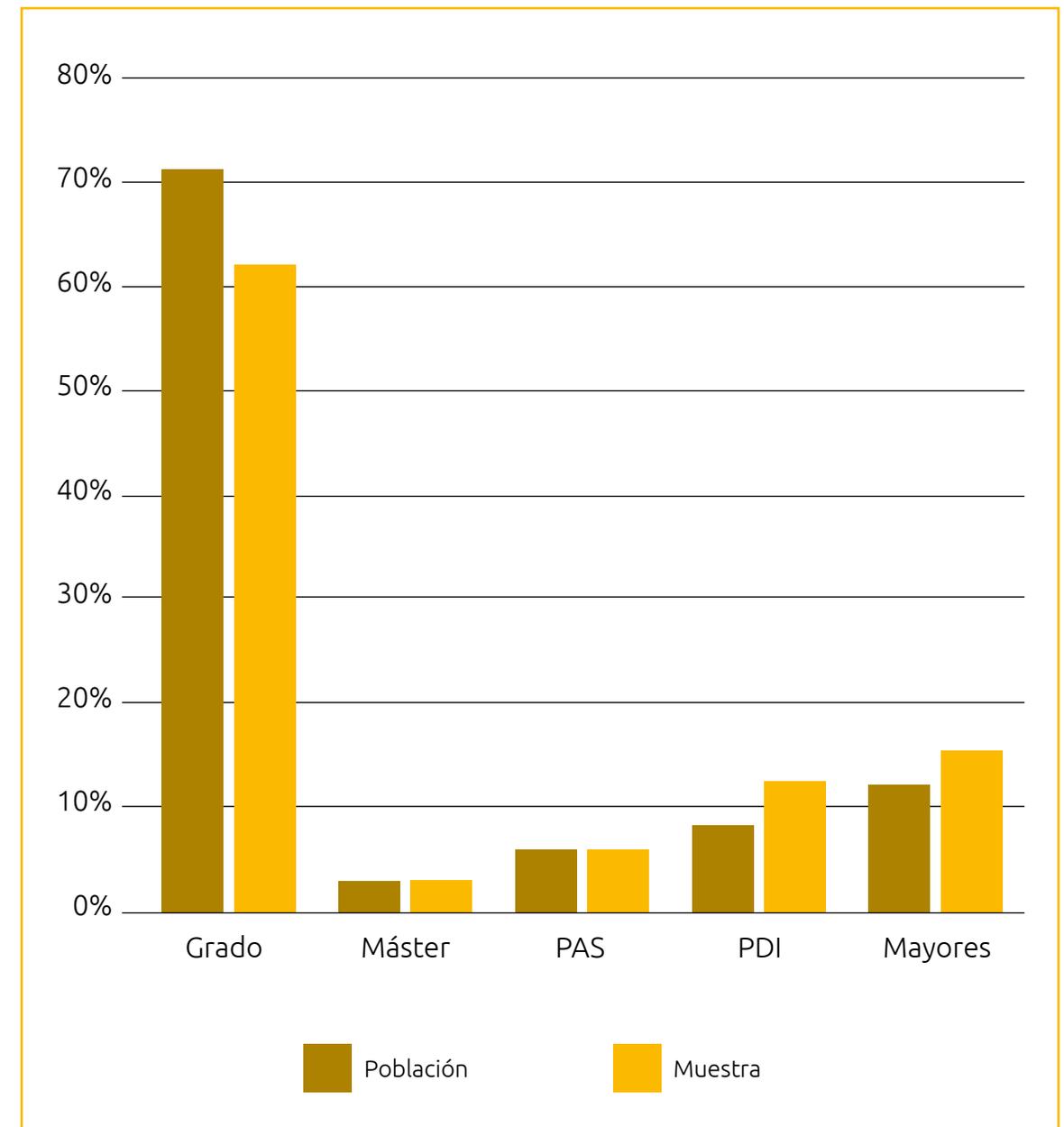
Campus universitario	Censo	Encuestas iniciales	Encuestas finales	Alumnos encuestados	Trabajadores encuestados
Plasencia	1.519	307	309	192	117
Cáceres	10.629	371	908	458	450
Mérida	932	272	298	171	127
Badajoz	11.995	372	673	509	164

## 2.1. AJUSTE DE LA MUESTRA

Una vez realizada la encuesta a la muestra, es necesario comprobar que lo que se toma como cierto, que la representación de la muestra sobre los usuarios de la Universidad de Extremadura es cierta. Para ello se realizó una comparación de los datos que tenemos del total de la población con los datos extraídos de la muestra de estudio.

En la Figura 7, se puede observar como la muestra obtenida del proceso de encuestado tiene similitud con los datos globales de la población de estudio, en cuanto a vinculación con la Universidad se refiere. Sin embargo, en la Figura 8 y Figura 9, comparando la muestra con la población total en

función del centro al que están asociados los usuarios, se puede ver una cierta desviación. Esto nos lleva a obtener unos resultados que no pueden ser del todo representativos.



**Figura 7.** Comparación entre muestra y población sobre la vinculación con la Universidad de Extremadura

# Metodología para la generación de un modelo de movilidad sostenible en la UEX

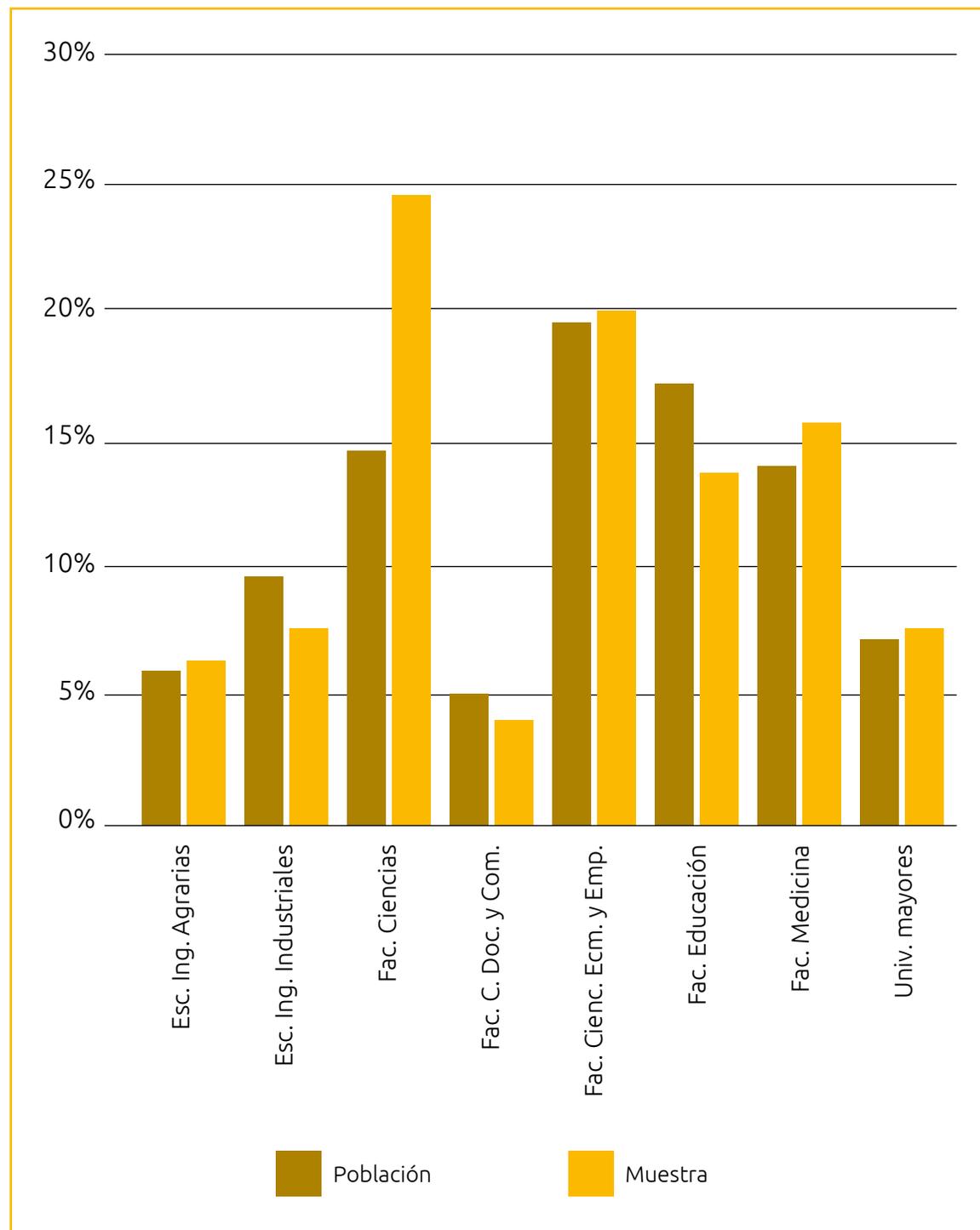


Figura 8. Comparativa entre muestra y población sobre los centros del campus de Badajoz

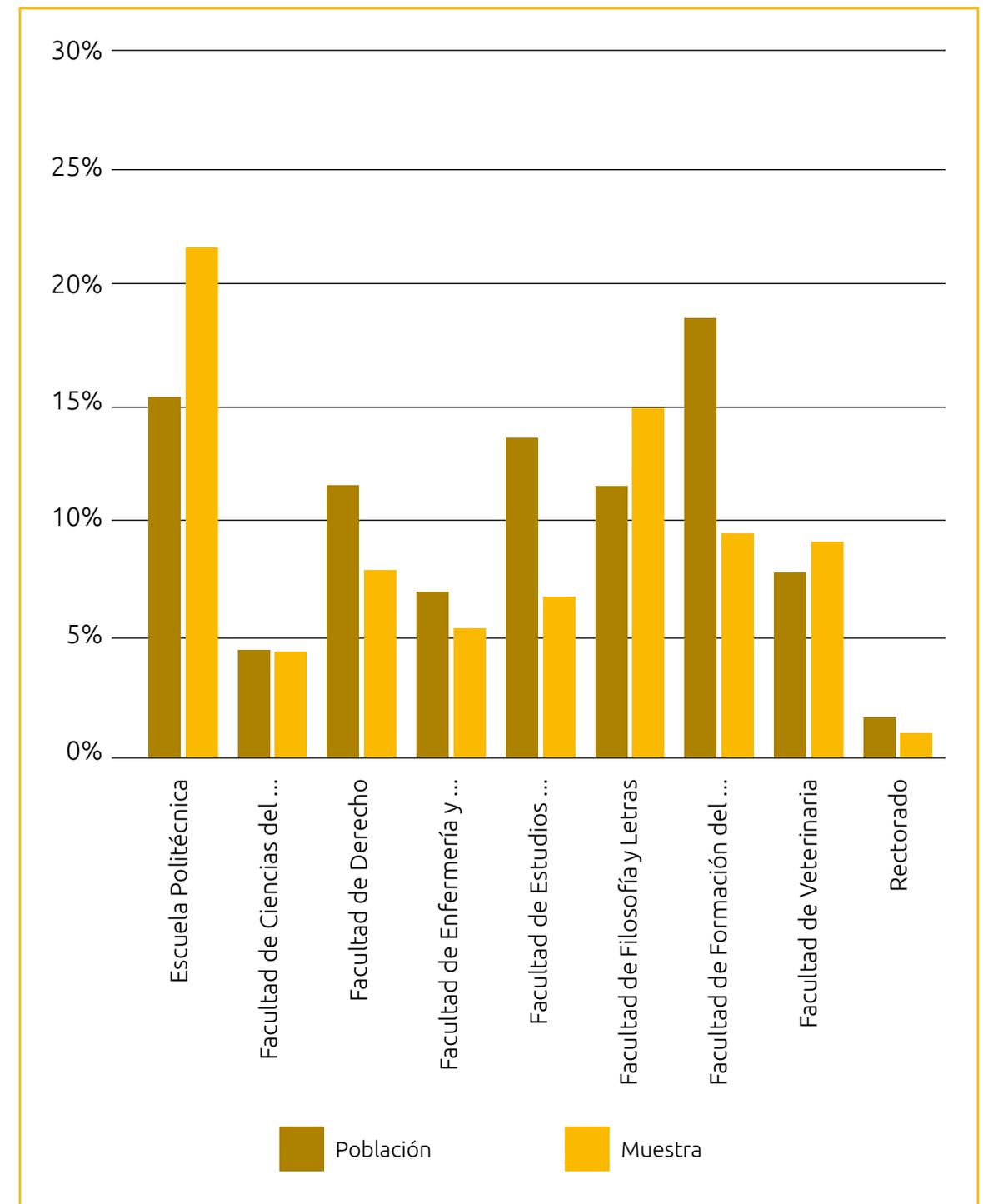


Figura 9. Comparativa entre muestra y población sobre los centros del campus de Cáceres

Para evitar posibles desviaciones debida a la desigual estratificación de la muestra, se realizó un ajuste en función de los centros, con el fin de dar a cada centro el valor que le corresponde según la representación en la población de estudio. Una vez ajustada la muestra estamos en disposición de poder extraer de ella toda la información pertinente para nuestro estudio. En la tablas 3, 4 y 5 vemos los factores de ajuste correspondientes a cada centro. Dichos factores se aplicaran a los datos, transformando estos en datos ajustados.

**Tabla 3. Ajuste de la muestra para los centros del campus universitario de Badajoz**

Población	Muestra	Centros	Factor de Ajuste
6%	6%	Escuela de Ingeniería Agrarias	0,938
10%	8%	Escuela de Ingeniería Industriales	1,230
15%	25%	Facultad de Ciencias	0,595
5%	4%	Facultad de Documentación y la Comunicación	1,249
20%	20%	Facultad de CC. Económicas y Empresariales	0,982
17%	14%	Facultad de Educación	1,261
14%	16%	Facultad de Medicina	0,897
7%	8%	Universidad de Mayores	0,938

**Tabla 4. Ajuste de la muestra para los centros del campus universitario de Cáceres**

Población	Muestra	Centros	Factor de Ajuste
15%	22%	Escuela Politécnica	0,705
5%	5%	Facultad de Ciencias del Deporte	1,001
12%	8%	Facultad de Derecho	1,425
7%	6%	Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional	1,250
14%	7%	Facultad de Estudios Empresariales y Turismo	1,971
12%	15%	Facultad de Filosofía y Letras	0,972
19%	10%	Facultad de Formación del Profesorado	1,975
8%	9%	Facultad de Veterinaria	0,863
2%	1%	Rectorado	1,421

**Tabla 5. Ajuste de la muestra en función del campus universitario**

Población	Muestra	Centros	Factor de Ajuste
6%	14%	Plasencia	0,429
42%	41%	Cáceres	1,021
4%	14%	Mérida	0,273
48%	31%	Badajoz	1,555

## 2.3. AFOROS DE TRÁFICO

Junto a las encuestas de preferencias declaradas realizadas en destino, también se llevó a cabo un proceso de aforado del tráfico en los dos principales campus de la universidad de Extremadura (los de las ciudades de Cáceres y Badajoz), ya que en estos es donde la movilidad generada por los desplazamientos a los mismos causa mayores problemas debido a la mayor afluencia de personas que en los centros de estudios universitarios de Plasencia y Mérida.

Para realizar estos aforos, lo primero que se realizó fue planificar dicho conteo en un día (aforo de referencia), el cual sea representativo de la movilidad diaria del campus de estudio. Como este aforo se pretende representar un día tipo en el tráfico de los vehículos que acceden al campus y poder identificar las horas de mayor intensidad de tráfico (hora punta o HP).

Para el ya mencionado aforo de referencia, se establece una franja de conteo desde las 7:45 de la mañana, para obtener toda la información de los primeros vehículos que accede al campus, hasta las 22:30, recopilando así hasta el último dato de la salida del campus universitario. Dicho aforo cuenta con la información identificada por sentido de circulación y por el modo de transporte en el que se accede (Automóvil, Autobús Urbano, Moto, Camiones o Furgonetas, Bicicleta y caminando), agrupadas en franjas de tiempo de 15 minutos.

# Metodología para la generación de un modelo de movilidad sostenible en la UEX

Con el fin de tomar toda esta información lo más clara y ordenada posible, se creó una plantilla diseñada en papel (Figura 10). Una vez finalizado el proceso de aforo, toda la información fue volcada a formato digital, con el fin de analizarla a través de una base de datos relacional. La estructura de la información digital mantuvo el mismo formato que la inicialmente recogida en papel para evitar la posible pérdida de información en la digitalización de los mismos.

	AFORO MANUAL VIARIO						CATEG. TRAMO:	EQUIPO:	HOJA:
	DE ____:A ____	DE ____:A ____	DE ____:A ____	DE ____:A ____	DE ____:A ____	DE ____:A ____	TRAMO:	SENTIDO:	
							ESTACION:	FECHA:	
TURISMOS									
CAMIONES LIGEROS FURGONES									
PEATONES									
BUS									
MOTOS									
BICIS									
OBSERVACIONES:									

Figura 10. Plantilla empleada en el periodo de aforo para la recogida de los datos.

Una vez terminado el proceso de aforo en el día de referencia, tanto en el campus de Cáceres como en Badajoz, realizado un martes (día elegido como el más estable a lo largo de la semana) fuera de cualquier periodo anómalo en el calendario universitario, obtenemos datos similares en lo que a hora punta u hora de máxima intensidad de tráfico se refiere.

En el caso del campus de Cáceres, como se muestra en Figura 11, se ha obtenido una hora punta de entrada en la franja horaria entre las 8:45 y las 9:45 horas con una intensidad de 667 vehículos, observando pasado dicho periodo un descenso del tráfico hasta la hora comprendida entre las 16:00 y las 17:00 donde se observa un repunte del tráfico en la entrada a las clases del periodo de tarde. En cuanto a la salida, una tendencia ascendente en el tráfico hasta llegar a la hora de mayor intensidad que se encuentra entre las 14:00 y las 15:00 horas con un total de 675 vehículos contabilizados. Después de este periodo se observa una disminución del tráfico para después aumentar de nuevo entorno a las 18:00 para mantenerse constante hasta el final de las clases a las 21:00 horas donde prácticamente desaparece o se vuelven muy esporádicos.

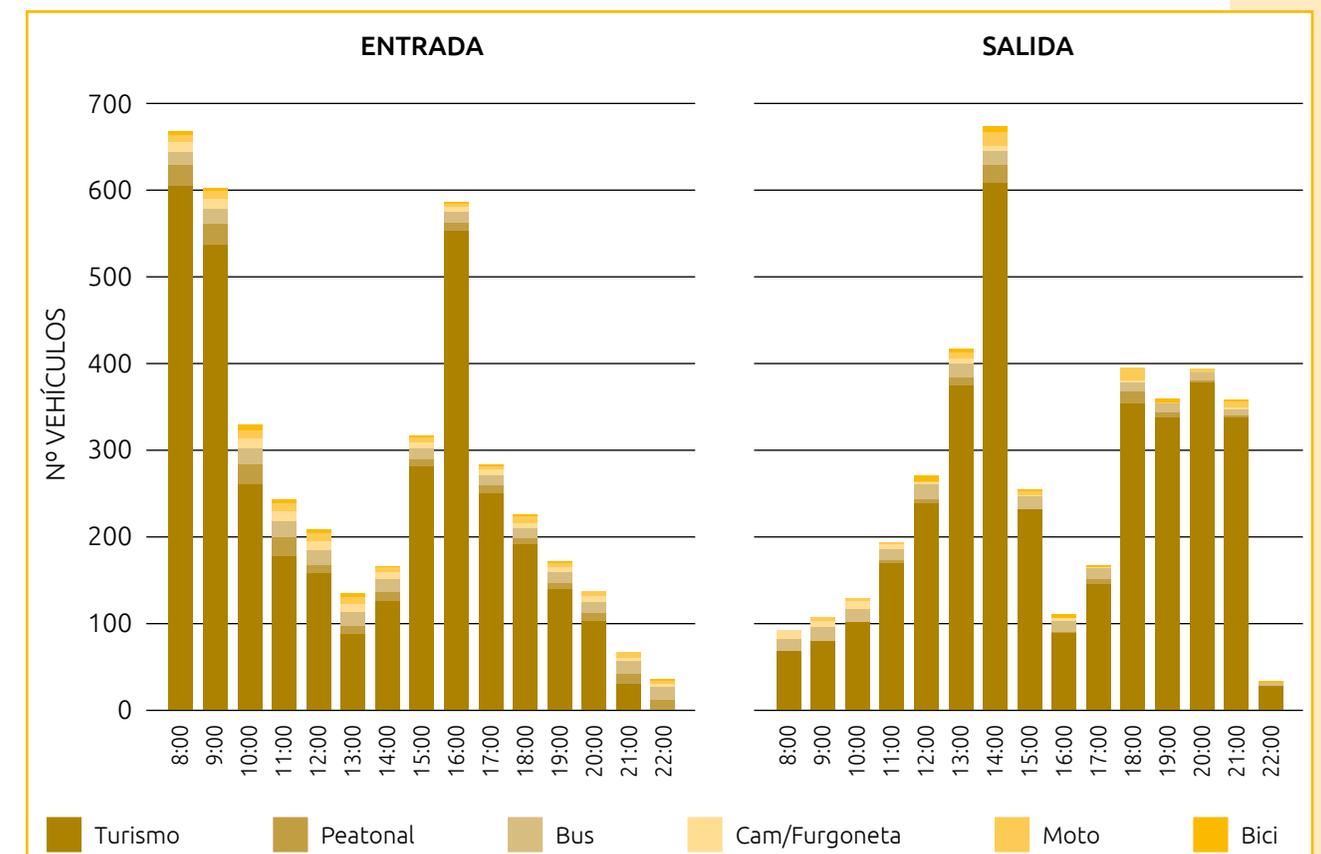


Figura 11. Representación de los datos de aforo en el campus de la ciudad de Cáceres.

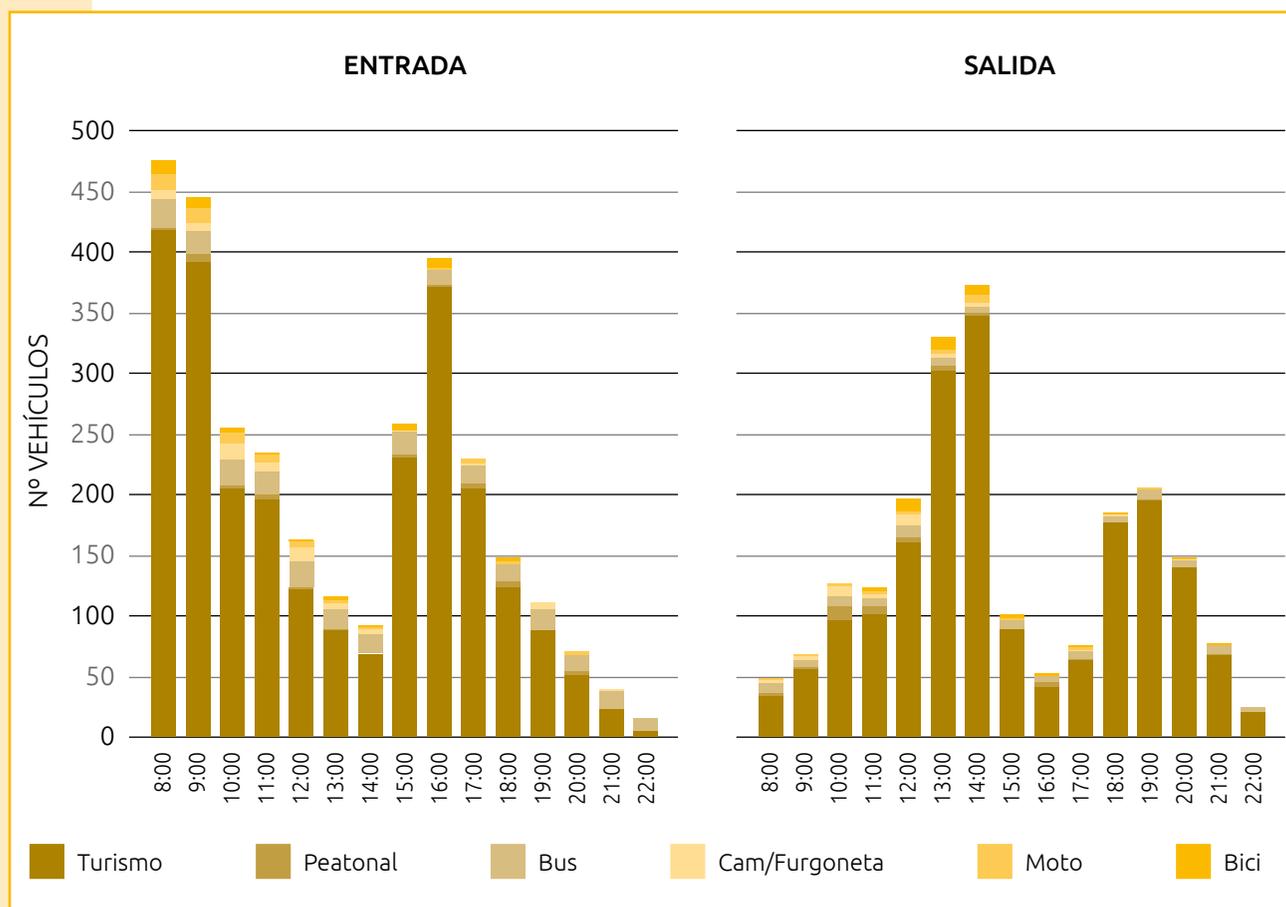


Figura 12. Representación de los datos extraídos del aforo del campus de la ciudad de Badajoz.

Con el periodo de hora punta identificado, el siguiente paso para realizar el aforo completo de los campus, fue realizar conteos en todos los accesos en las horas de máxima intensidad durante un periodo semanal, viendo así, como fluctúa el tráfico a lo largo de la semana. Como el tráfico obtenido en dichas horas punta en cada día de la semana, y el tráfico de referencia se extrapola un volumen de vehículos para cada día de la semana. Esto nos sirve tanto para conocer el volumen de vehículos citado como para validar la encuesta realizada a los usuarios en destino. El método de aforo empleado es el mismo que el utilizado para el aforo de referencia.

## 2.4. AJUSTES DE VIAJES

Con el aforo de vehículos realizado a los dos campus de la Universidad de Extremadura, se pasó a realizar el segundo paso, y uno de los fines para los que fue pensado el conteo. Se realizó una confrontación de los resultados obtenidos de la encuesta con respecto a los modos utilizados para los desplazamientos a los campus y los arrojados por los aforos, con el fin de validar la encuesta realizada.

Para realizar dicho ajuste lo primero que se realizó fue obtener el número de viajes que se realizan en automóvil, identificados por día de la semana y franja diaria del desplazamiento. En las tablas 6, 7, 8 y 9 vemos estas clasificaciones para los centros de Plasencia, Cáceres, Mérida y Badajoz.

Tabla 6. Clasificación de desplazamientos en automóvil por día y franja diaria en el centro de Plasencia

Centro Universitario de Plasencia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	75	68	66	75	65
Tarde	40	19	36	23	12
Todo el día comiendo en el campus	3	3	2	1	0
Todo el día no comiendo en el campus	14	22	26	13	7

Tabla 7. Clasificación de desplazamientos en automóvil por día y franja diaria en el campus de Cáceres

Centro Universitario de Cáceres	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	255	244	246	242	308
Tarde	27	50	26	54	14
Todo el día comiendo en el campus	89	90	93	89	40
Todo el día no comiendo en el campus	131	137	130	128	55

# Metodología para la generación de un modelo de movilidad sostenible en la UEX

**Tabla 8. Clasificación de desplazamientos en automóvil por día y franja diaria en el centro de Mérida**

Centro Universitario de Mérida	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	56	44	50	48	57
Tarde	65	15	62	18	9
Todo el día comiendo en el campus	8	11	12	4	3
Todo el día no comiendo en el campus	14	17	14	14	5

**Tabla 9. Clasificación de desplazamientos en automóvil por día y franja diaria en el campus de Badajoz**

Centro Universitario de Badajoz	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	141	134	125	129	136
Tarde	71	117	79	118	26
Todo el día comiendo en el campus	6	11	10	12	4
Todo el día no comiendo en el campus	49	49	51	48	34

Una vez tenemos identificados los desplazamientos diarios en cada centro, es necesario identificar los parámetros de la encuesta sobre la relación de la población total y la muestra y la ocupación de los automóviles por cada centro. Dichos parámetros se resumen en la Tabla 10.

**Tabla 10. Datos muestrales extraídos de la encuesta para los campus de la Universidad de Extremadura**

Emplazamientos Universitarios	Censo	Nº Encuestas	Enc./Censo	Ocupación
Plasencia	1.519	309	20,3%	1,30
Cáceres	10.629	908	8,5%	1,61
Mérida	932	298	32,0%	1,62
Badajoz	11.995	673	5,6%	1,91

Teniendo en cuenta estos parámetros y los desplazamientos para cada campus universitario, calculamos para cada día de la semana, el número de desplazamientos que se realizan en automóvil y el número de coches que acceden a cada campus. Para ello se tienen en cuenta los viajes encuestados que utilizan este modo de transporte cada día de la semana. Para obtener este número de desplazamientos se aplicó la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ viajes}_{Total} = \frac{N^{\circ} \text{ viajes}_{Enc.X} * \text{Censo}}{N^{\circ} \text{ encuestas}}$$

Donde  $N^{\circ} \text{ viajes}_{Total}$  es el número de viajes que realiza la muestra encuestada en vehículo privado a lo largo del día de la semana "X", el Censo es el total poblacional usuario habitual del campus en cuestión y  $N^{\circ} \text{ encuestas}$  es el número total de encuestas realizadas.

Para el caso del número total de vehículos que acceden a cada campus, considerando el día en el que se ha realizado el aforo de referencia y el número de viajes en vehículo privado según la encuesta, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ coches}_{Total} = \frac{\text{Censo} * N^{\circ} \text{ coches}_{Enc.}}{N^{\circ} \text{ encuestas}}$$

Donde  $\text{Censo}$  es el total poblacional usuario habitual del campus,  $\text{Censo} * N^{\circ} \text{ coches}_{Enc.}$  es el número de vehículos privados identificados con la encuesta ( $\text{viajes}/\text{ocup}_{veh.}$ ) y  $N^{\circ} \text{ encuestas}$  es el número total de encuestas realizadas.

A continuación en las tablas 11, 12, 13 y 14 se resumen los resultados que arrojan las expresiones anteriores identificadas por campus de estudio.

**Tabla 11. Número de desplazamientos y automóviles atraídos por el centro universitario de Plasencia**

Centro Universitario de Plasencia	Nº Viajes ENC.	Nº Coches ENC	Nº Viajes TOTAL	Nº Coches TOTAL
Lunes	146	113	718	554
Martes	134	103	659	508
Miércoles	156	120	767	592
Jueves	125	96	614	474
Viernes	91	70	447	345

**Tabla 12. Número de desplazamientos y automóviles atraídos por el campus universitario de Cáceres**

Campus Universitario de Cáceres	Nº Viajes ENC.	Nº Coches ENC	Nº Viajes TOTAL.	Nº Coches TOTAL
Lunes	633	393	7.410	4.602
Martes	658	409	7.703	4.784
Miércoles	625	388	7.316	4.544
Jueves	641	398	7.504	4.661
Viernes	472	293	5.525	3.432

**Tabla 13. Número de desplazamientos y automóviles atraídos por el centro universitario de Mérida**

Centro Universitario de Mérida	Nº Viajes ENC.	Nº Coches ENC	Nº Viajes TOTAL.	Nº Coches TOTAL
Lunes	157	97	491	303
Martes	104	64	325	201

Miércoles	152	94	475	294
Jueves	98	61	306	189
Viernes	79	49	247	153

**Tabla 14. Número de desplazamientos y automóviles atraídos por el campus universitario de Badajoz**

Campus Universitario de Badajoz	Nº Viajes ENC.	Nº Coches ENC	Nº Viajes TOTAL.	Nº Coches TOTAL
Lunes	316	166	5.632	2.956
Martes	360	189	6.416	3.367
Miércoles	316	166	5.632	2.956
Jueves	355	186	6.327	3.320
Viernes	234	123	4.171	2.189

Una vez realizados los cálculos pertinentes para conocer el número de automóviles que acceden a los diferentes campus universitarios según la encuesta realizada a la muestra, pasamos a obtener dicha información de los conteos realizados en los aforos in situ en los accesos a los campus.

Para obtener esta información se utilizó el aforo de referencia en el acceso principal como fuente de aporte de datos globales y los conteos en horas puntos a lo largo de la semana en cada uno de los accesos como factor de extrapolación para llegar al número total de desplazamientos que existen en el campus.

En primer lugar se realizó este estudio en el campus universitario de Cáceres, iniciando este proceso estimando un flujo de automóviles para los accesos secundarios al campus (Politécnica e Intromac), ya que con el aforo de referencia solo contamos con esta información para el acceso principal. Este proceso se realizó a través de los porcentajes de vehículos que acceden

al campus por cada entrada. Para obtener estos flujos se utilizó la siguiente expresión:

$$Entrada_{Politéc.} = \frac{Aforo_{Ent.Ppal.} * \%tráf.Politéc.}{\%tráf.Ent.Ppal.}$$

Donde  $Entrada_{Politéc.}$  es el número de vehículos privados que acceden por la entrada de la Escuela Politécnica,  $Aforo_{Ent.Ppal.}$  es el número de vehículos privados detectados en la campaña de aforo en la entrada principal al campus,  $\%tráf.Politéc.$  es el porcentaje de tráfico en vehículo privado que soportan la entrada al campus por la Escuela Politécnica en la campaña en hora punta y  $\%tráf.Ent.Ppal.$  es el porcentaje de tráfico en vehículo privado que soporta la entrada principal al campus.

Esta expresión es aplicable para la otra entrada cambiando los datos anteriores por los del acceso en cuestión. Los resultados obtenidos de la expresión anterior se resumen en la Tabla 15.

**Tabla 15. Resumen de los resultados obtenidos para el aforo del campus de Cáceres**

	Entrada Principal		Entrada Intromac		Entrada Politécnica	
	Nº Vehículos	Entrada Total	Nº Vehículos	Entrada Total	Nº Vehículos	Entrada Total
Lunes	637	83%	59	8%	69	9%
Martes	682	83%	60	7%	78	10%
Miércoles	640	83%	62	8%	65	8%
Jueves	652	85%	58	8%	59	8%
Viernes	483	85%	33	6%	50	9%

Una vez estimados los automóviles que acceden por las entradas restantes de las que no disponíamos de datos de entrada en un día completo, el siguiente paso es sumar todos los vehículos asignados actualmente a cada entrada, obteniendo así el tráfico diario para cada día de la semana. En la

Tabla 16, vemos el número de automóviles por día de la semana y en función del acceso al campus.

$$N^{\circ} coches_{Total} = Aforo_{Ent.Ppal.} + Entrada_{Politéc.} + Entrada_{Intromac}$$

**Tabla 16. Vehículos estimados según los aforos en el campus de Cáceres**

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	Nº Vehículos				
Entrada Principal	3.595	3.853	3.604	3.613	2.660
Estimación Entrada Intromac	333	339	349	321	182
Estimación Entrada Politécnica	389	441	366	327	275
<b>Total</b>	<b>4.317</b>	<b>4.633</b>	<b>4.319</b>	<b>4.261</b>	<b>3.117</b>

Para el campus de la ciudad de Badajoz, que es el otro campus en el que se realizaron los aforos de vehículos en los diferentes puntos de acceso, se siguió el mismo proceso que para el campus de Cáceres. En primer lugar en la Tabla 17, vemos el porcentaje de automóviles que acceden al campus por las diferentes entradas y el número de automóviles de estimado. En este caso por la complejidad en la toma de datos solo se consideró analizar los días martes, miércoles y jueves (días centrales de la semana y a priori más estables a lo largo del periodo lectivo).

**Tabla 17. Resultados obtenidos para el aforo en el campus de Badajoz**

	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES

# Metodología para la generación de un modelo de movilidad sostenible en la UEX

	Nº Vehículos	Entrada Total	Nº Vehículos	Entrada Total	Nº Vehículos	Entrada Total
Entrada Principal 1	329	38%	339	42%	297	39%
Entrada Principal 2	181	21%	141	18%	163	21%
Entrada Derecha 1	123	14%	130	16%	102	13%
Entrada Derecha 2	171	20%	124	15%	147	19%
Entrada Izquierda	66	8%	68	8%	50	7%

Con el número de automóviles estimados en un día completo para cada acceso al campus y para los tres días de estudio, sumamos todos vehículos asignados actualmente a cada entrada, obteniendo así el tráfico diario para cada día de la semana. En la Tabla 18, vemos el número de automóviles por día de la semana y en función del acceso al campus.

**Tabla 18. Vehículos estimados según los aforos para el campus de Badajoz**

	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
	Nº Vehículos	Nº Vehículos	Nº Vehículos
Entrada Principal 1	1.716	1.768	1.549
Entrada Principal 2	976	760	879
Entrada Derecha 1	630	666	523
Entrada Derecha 2	784	569	674
Entrada Izquierda	326	336	247
<b>Total</b>	<b>4.433</b>	<b>4.099</b>	<b>3.872</b>

$$N^{\circ} \text{ coches}_{\text{Total}} = \text{Aforo}_{\text{Ent.Ppal 1}} + \text{Aforo}_{\text{Ent.Ppal 2}} + \text{Entrada}_{\text{Der1.}} + \text{Entrada}_{\text{Der2}} + \text{Entrada}_{\text{Izq}}$$

El último paso para saber si la encuesta realizada se ajusta a lo que nos

encontramos realmente en los campus de estudio fue comparar el número de automóviles extraídos de la encuesta y extrapolados a la población total con los que nos arrojan las estimaciones del conteo.

**Tabla 19. Comparativa de automóviles en función del día entre la encuesta y lo observado en el campus de Cáceres**

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Encuesta	4.602	4.784	4.544	4.661	3.432
Aforo	4.317	4.633	4.319	4.261	3.117
Error	7%	3%	5%	9%	10%

En la Tabla 19, vemos que la diferencia de vehículos entre la encuesta y el aforo en el día que se realizó el aforo de referencia, es de 151, lo que supone un error aceptable (3%). En lo que respecta al resto de días, teniendo en cuenta que el valor es estimado se puede considerar válido el error cometido (en torno a un 7%). La diferencia observada entre los vehículos calculados con la encuesta y los del aforo en favor de los primeros, se justifica por el hecho de que hay usuarios que han realizado la encuesta y que revelan que acceden al campus cacereño todos los días en vehículo privado, pero no lo hacen con la misma asiduidad realmente (de ahí que el aforo de vehículos observado sea ligeramente menor).

**Tabla 20. Comparativa de automóviles en función del día entre la encuesta y lo observado en el campus de Badajoz**

	Martes	Miércoles	Jueves
Encuesta	3.367	2.956	3.320
Aforo	4.433	4.099	3.872
Error	24%	28%	14%

En la Tabla 20, vemos que las diferencias entre lo recogido en el aforo y lo que extraemos de la encuesta son mayores. Esto es debido al tráfico que soporta las infraestructuras viales del campus pero que no acuden a él, sino que es un tráfico inducido por el resto de servicios que lo rodean. Este volumen de vehículos según las diferencias estaría estimado en unos 1.000 vehículos, siendo esta una cifra razonable.

En definitiva, estos datos permiten dar por bueno el proceso de encuesta y explotar el resto de información derivada con la que caracterizar la movilidad tanto del campus de Cáceres y Badajoz, como del resto de centros de la Universidad de Extremadura.

## 3. El modelo de transporte

En este apartado del documento se describe la metodología empleada para la creación del modelo bimodal de transporte utilizado. Dicho modelo se comenzó modelizando físicamente los desplazamientos que los diferentes usuarios realizan para acudir a las instalaciones de la Universidad de Extremadura. Eso implica identificar la posición tanto de los orígenes de los desplazamientos (domicilios de los usuarios de la universidad de Extremadura) como de los destinos (centros de la Universidad de Extremadura).

Con lo citado anteriormente definido, se pasó a generar una matriz que relaciona los orígenes con los destinos (matriz O/D). Esto nos permite poder relacionar cada origen con cada centro de destino, identificando así los desplazamientos realizados por nuestros usuarios. Con la creación de este modelo conseguimos poder estimar los flujos de los viajes que se realizan por parte de los usuarios en la red de transporte pertinente, llegando a conocer y predecir las propiedades del objeto real de estudio.

La creación del modelo de transporte enunciado brevemente en estos primeros párrafos y que se desarrolla en su totalidad a continuación, sigue el esquema de la Figura 13.

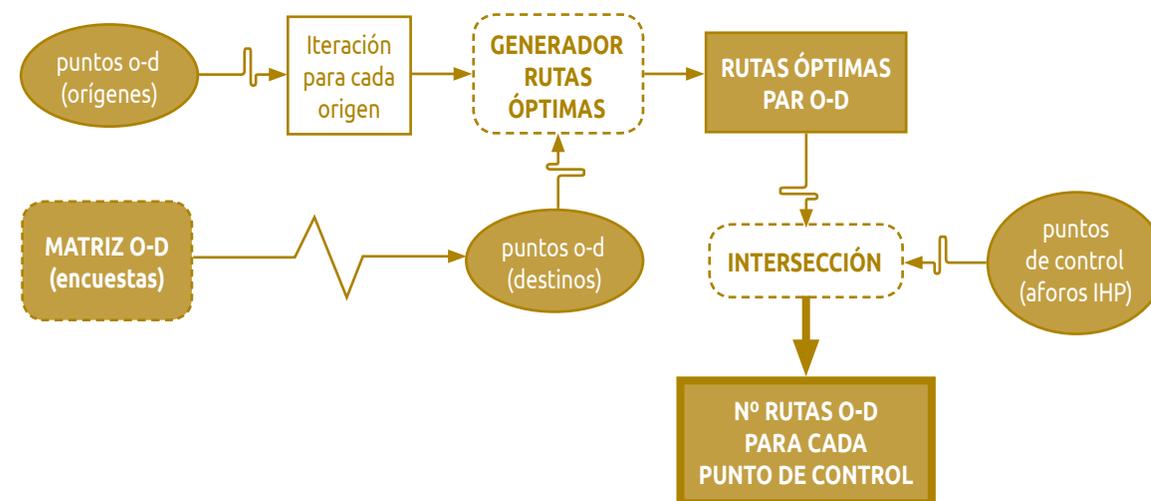


Figura 13. Etapas del modelo de transporte empleado para modelizar los desplazamientos.

El comienzo de la realización del modelo de transporte vino dado por los datos que se obtuvieron de la encuesta realizada previamente a los usuarios de la Universidad de Extremadura. De esta encuesta se extraen diferentes datos, como son el domicilio de residencia, el centro de trabajo o estudio, el género y la edad del usuario, modo de transporte, rutinas de desplazamiento, etc. Los datos más relevantes a la hora de iniciar el modelo de transportes fueron los de dirección de residencia del usuario y el centro al cual se desplaza. Para llevar a cabo la modelización física, se partió de los datos de residencia. Dichos datos son tomados como origen para el modelo de transporte.

Para materializar físicamente estos orígenes, se tomó como punto de referencia el núcleo principal del municipio de residencia del usuario. A excepción de en las cuatro ciudades con centros universitarios (Cáceres, Badajoz, Plasencia y Mérida), que se utilizaron como punto de referencia el núcleo principal de la

barriada donde reside el usuario. Esto se realizó así debido al amplio radio de movimientos que se tomaría como cero, si toda la ciudad se representara en un mismo punto, perdiendo todo el movimiento interno de las principales ciudades.

Se disponía de la información espacial del centroide del núcleo principal de cada municipio, pero no es así con la información necesaria de las barriadas. Por tanto, se localizaron los centroides de las barriadas necesarias en latitud y longitud. Una vez realizado este proceso, contamos con la modelización física de todos los orígenes.

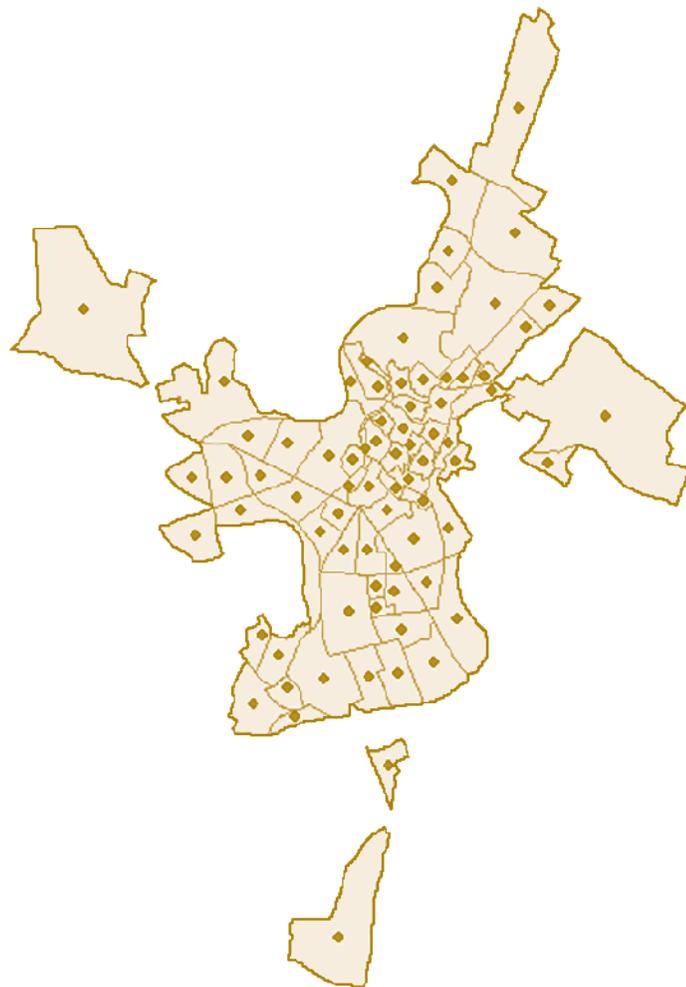


Figura 14. Ejemplo de barriadas referenciadas a su centroide en la ciudad de Cáceres.

Llegados a este punto, se encontró la necesidad de crear los centros de generación-atracción. Estos puntos son los que en la encuesta corresponden a los centros de trabajo o estudio, la razón de ser de la movilidad obligada de nuestro estudio. Estos centros son los que generan la necesidad del desplazamiento de los usuarios.

Se contaba con la dirección donde se ubican los diferentes centros, al igual que se hizo con los orígenes, se obtuvieron las coordenadas correspondientes de cada centro. Una vez se tienen dichas coordenadas, se utilizaron como punto de referencia del centro, al igual que los núcleos de población en los orígenes, utilizando los centroides como punto de representación de los campus.



Figura 15. Localización de los centros que engloba la Universidad de Extremadura.

Una vez que tenemos referenciados a un punto de coordenadas conocidas tanto los orígenes como los destinos, introducimos estos datos en la herramienta que nos ayudara a realizar el modelo. En el programa informático utilizado, también se introdujo una cartografía de las ciudades con campus y centros universitarios como referencia, y la red del viario, tanto de dichas ciudades como de las carreteras de la red nacional actual. Para representar los desplazamientos en el modo de transporte colectivo se introdujeron las líneas de autobús urbano y sus respectivas paradas en las ciudades con campus.

El siguiente paso en la creación del modelo de transporte fue generar las matrices origen destino. Dicha matrices determinan la distancia entre cada uno de los domicilios de los usuarios y los campus universitarios. Este proceso se realizó mediante la extensión de análisis de redes del programa informático que se utilizó en la creación del modelo.

Inicialmente se creó la topología de red, que permite crear una red mallada sobre la red de transporte utilizada. En nuestro caso concreto se crearon dos, una para el modelo de transporte sobre el viario urbano y otra sobre las líneas de autobuses. Esto nos permite modelizar por separado los desplazamientos realizados en Automóvil, bicicleta o andando que discurren por cualquier calle del viario de los desplazamientos realizados sobre un recorrido prefijado en el modo de transporte colectivo.

Una vez creadas las topologías de redes necesarias, se pasó a la creación de las matrices origen/destino, que es lo que se iba buscando. Como se ha citado anteriormente, dicha matriz relaciona cada uno de los puntos de partida con el campus universitario.

Terminado este proceso, se obtienen una serie de archivos en el que aparece cada origen relacionado con los posibles destinos y las distancias en metros que se emplean en recorrer el espacio que separa ambos puntos.

En función del modo de transporte empleado (vehículo privado o autobús urbano).

El siguiente paso, para finalizar con el modelo bimodal de transporte propuesto, fue la asignación de red, esto consistió en determinar los viajes que realmente se producen a los diferentes centros de la Universidad de Extremadura y desde que orígenes, ya que las matrices creadas nos realizan el estudio para todas las posibles combinaciones. Por tanto, hubo que confrontar los datos obtenidos de las matrices con los datos de la encuesta realizada a los usuarios.

Esto se llevó a cabo mediante una base de datos, en este caso se utilizó la base de datos de Access. En dicha base de datos se volcaron todos los datos que se tenían, tanto de las matrices origen/destino, como de la encuesta y el censo total de usuarios. Con este proceso se logró identificar los desplazamientos desde cada origen a su centro correspondiente.

El último paso antes de la explotación de los datos fue la calibración de datos. Se estimó que este paso no fue necesario en el caso concreto de este estudio, debido a que los datos obtenidos son razonables, hay un volumen de datos en la encuesta lo suficientemente grande como para tomar como válidos los resultados.

Con el modelo de transporte finalizado se pasó a la explotación del mismo. Del modelo se podrá obtener toda la información necesaria para evaluar la situación actual de la movilidad de la Universidad de Extremadura y plantear las posibles líneas de actuación para abordar los problemas detectados y encauzar la movilidad existente hacia una movilidad más sostenible.

# 3

## Análisis de la movilidad a los campus de la UEX

**Enrique Eugenio Ruiz Labrador** | Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura  
[eruizl@unex.es](mailto:eruizl@unex.es)

**Rubén de Rodrigo Muñoz** | Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura  
[rderodri8@unex.es](mailto:rderodri8@unex.es)

**E**n este apartado, se muestran los diferentes análisis y resultados extraídos del modelo de transporte bimodal en aquellas cuestiones sobre movilidad en el acceso los centros de la Universidad de Extremadura. Gracias a estos resultados se pueden extraer algunas conclusiones sobre la movilidad y proponer una serie de propuestas para contrarrestar los puntos más débiles, consiguiendo llevar la movilidad actual hacia una movilidad más sostenible, tanto para los usuarios de la Universidad de Extremadura, como para los de las ciudades que la engloban.

### 1. Movilidad general

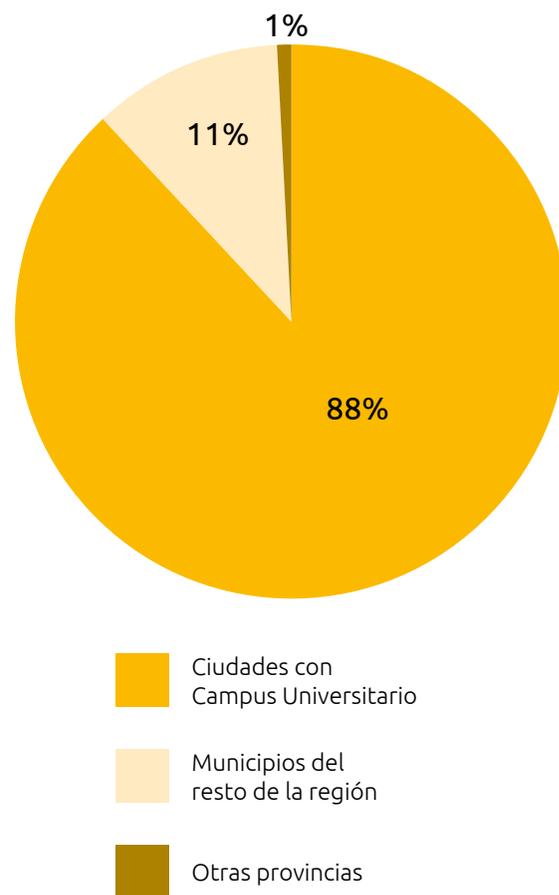
Un factor muy a tener en cuenta en la elección de un modo u otro de transporte por parte de los usuarios es el origen de los desplazamientos, ya que esto, unido a la existencia o no de diferentes modos de transporte

alternativos junto a otros factores, influyen en la toma de decisiones a favor de un modo u otro.

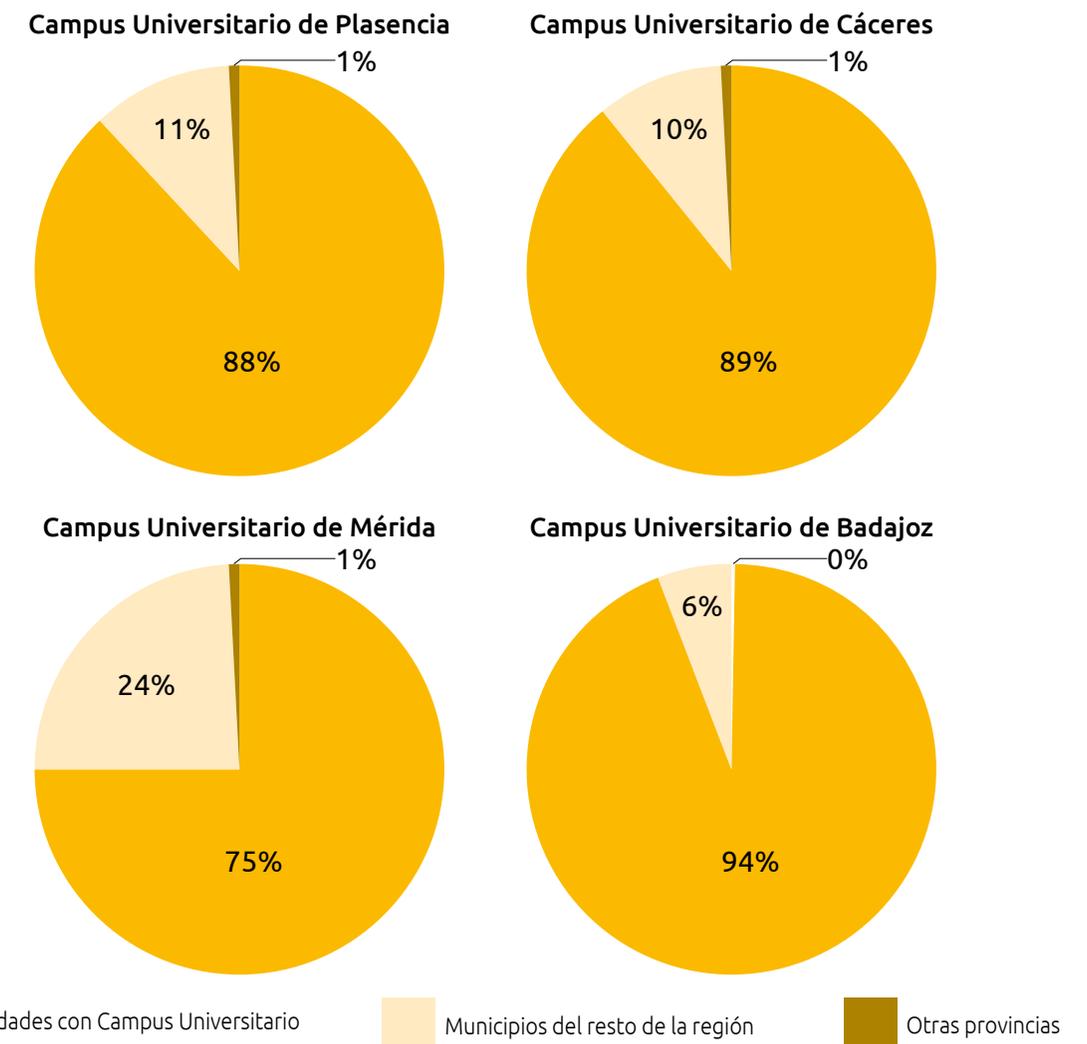
Por tanto en lo que respecta al origen de los desplazamientos, en la Figura 1 se observa cómo el grueso de los usuarios de la Universidad de Extremadura (concretamente un 88%) reside en las ciudades donde se encuentran los centros al que pertenecen, independientemente de su vinculación (Plasencia, Cáceres, Mérida y Badajoz). Mientras tanto el resto de los usuarios se distribuye entre otros municipios de la región (11%) y otras provincias españolas (1%).

Si se desagregan los orígenes de los desplazamientos por campus universitario, en la Figura 2 se aprecia cómo los centros que se encuentran en las ciudades de Plasencia, Cáceres y Badajoz siguen una tónica parecida entre sí. Los usuarios de estos centros residen principalmente en dichas ciudades (Plasencia 88%, Cáceres 89%, Badajoz 94%). Sin embargo en la

ciudad de Mérida el número de usuarios que reside en la propia ciudad es sustancialmente menor, en torno al 75%. En cuanto a los usuarios que no residen en las ciudades con centros universitarios, se observan unos porcentajes comprendidos entre el 11% y el 12% para el caso de Cáceres y Plasencia respectivamente. En los casos de Badajoz el 6% de los usuarios proceden de otros municipios de la región y en la ciudad de Mérida dicho porcentaje asciende a un 25%. Tan solo el 1% de los usuarios atraídos por cada centro universitario en dichas ciudades procede de otras provincias.



**Figura 1.** Distribución de los usuarios de la universidad de Extremadura en función del origen de los desplazamientos.

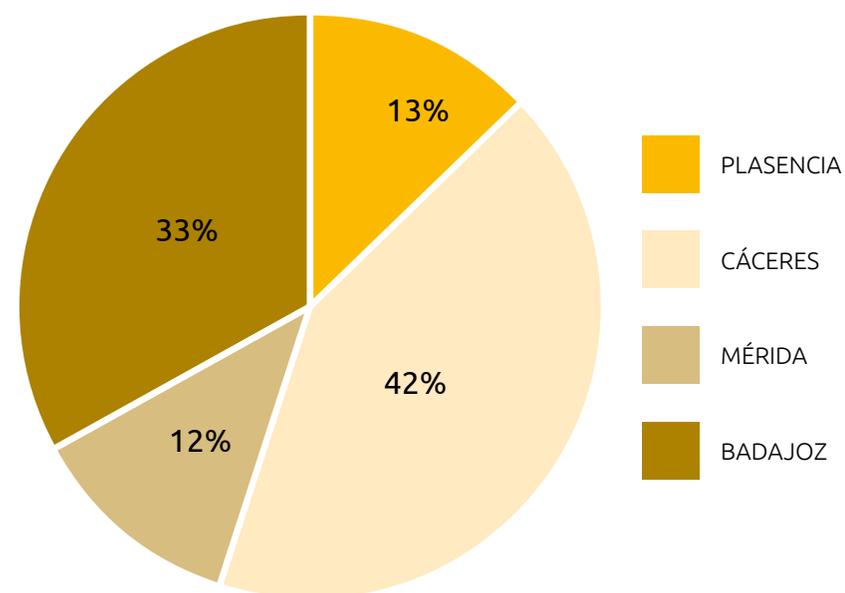


**Figura 2.** Distribución de los usuarios de los diferentes centros en función del origen de los desplazamientos.

Después de comprobar la procedencia de los usuarios de la Universidad de Extremadura, nos encontramos en disposición de plantearnos las cuestiones generales sobre la movilidad de los mismos. Estas cuestiones nos permitirán conocer cuáles son sus hábitos de desplazamiento, diagnosticando el grado de sostenibilidad de dicha movilidad. Estos resultados son extraídos del modelo de transporte creado y explicado anteriormente.

Dentro de las cuestiones generales de movilidad en los accesos de la comunidad universitaria a los distintos campus de la Universidad de Extremadura, se exponen a continuación aquellos resultados y variables más relevantes obtenidos tras el proceso de encuesta realizado en destino.

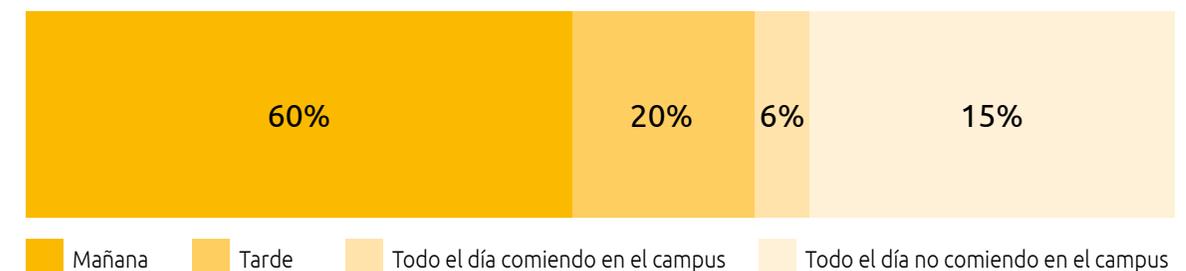
Así, se analiza en primer lugar el volumen de desplazamientos realizados en cada campus de la Universidad de Extremadura.



**Figura 3.** Distribución de los desplazamientos de los usuarios de la Universidad de Extremadura a los diferentes campus

Como se observa en la Figura 3, el 75% de los desplazamientos son atraídos por los dos campus principales de la Universidad de Extremadura (Cáceres y Badajoz, con un 42% y 33% de los desplazamientos respectivamente). El 25% restante se concentran en los centros universitarios de Plasencia y Mérida. Estos valores guardan relación con el volumen y heterogeneidad de titulaciones ofertadas en los diferentes campus (Plasencia 2, Cáceres 10, Mérida 2 y Badajoz 9).

Los desplazamientos realizados por los usuarios no tienen una distribución uniforme a lo largo de una jornada diaria de funcionamiento de la Universidad de Extremadura. Como se ve en la Figura 4, más de la mitad de los usuarios que acuden a los centros universitarios lo hacen por las mañanas (concretamente el 60% de los desplazamientos). El resto de usuarios lo hace bien por la tarde (20%), o bien a lo largo de toda la jornada (desplazándose para comer o comiendo en el campus, 15% y 6% respectivamente). Esto pone de manifiesto que los campus extremeños atraen a un mayor volumen de usuarios en horario de mañana, siendo en este periodo donde se pueden agudizar los posibles problemas generados por esta movilidad obligada.



**Figura 4.** Distribución de los usuarios de la Universidad de Extremadura durante un día medio.

Analizando este mismo concepto para cada uno de los campus universitarios por separado, nos encontramos que siguen la línea general, pero con pequeñas diferencias: en la Figura 5 se ve cómo en el centro universitario de Plasencia, los usuarios acuden al mismo mayoritariamente en horario de mañana (54%), mientras que por la tarde se desplazan al centro entorno al 32% de los usuarios. A diferencia de lo ocurrido para el global de la Universidad de Extremadura, en el centro de Plasencia únicamente un 15% de los usuarios necesita acudir tanto por la mañana como por la tarde, pero únicamente un 2% de estos se queda a comer en el mismo.

Atendiendo a la misma figura, el centro de Mérida y el campus de Badajoz siguen una tónica parecida: la mitad de los usuarios que acceden a dichos centros lo hacen por la mañana (con valores que rondan el 50%-60% de los desplazamientos), mientras que de la otra mitad de usuarios que acuden a estos centros universitarios por la tarde, un 13%-15% se desplazan a sus residencias para comer y luego vuelven, y un 5% comen en sus centros universitarios (el 21%-32% restante acceden a dichos centros únicamente por la tarde). El campus universitario de Cáceres ofrece un comportamiento que difiere de lo ocurrido en el resto de centros. Los usuarios cacereños acuden al campus por la mañana en un porcentaje cercano al 65%, mientras que por la tarde solo un 10% de los usuarios acuden al mismo. Las necesidades de los usuarios de este campus obliga a desplazarse en el completo de la jornada a un 25% (16% realizan desplazamientos para comer en sus lugares de residencia y un 9% se quedan a comer en el campus).

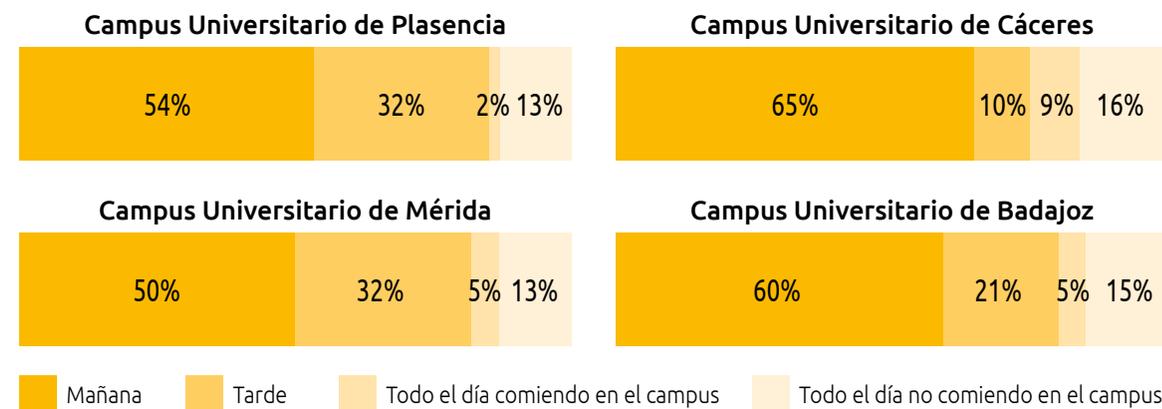


Figura 5. Distribución de los usuarios de los diferentes campus universitarios durante un día medio.

En cuanto al modo de transporte utilizado por los usuarios de la Universidad de Extremadura para acudir a sus respectivos centros de trabajo, destaca el hecho de que la mitad de los desplazamientos realizados se hacen en vehículo privado. Este es uno de los resultados más claros y evidentes de cómo es la movilidad de la Universidad.

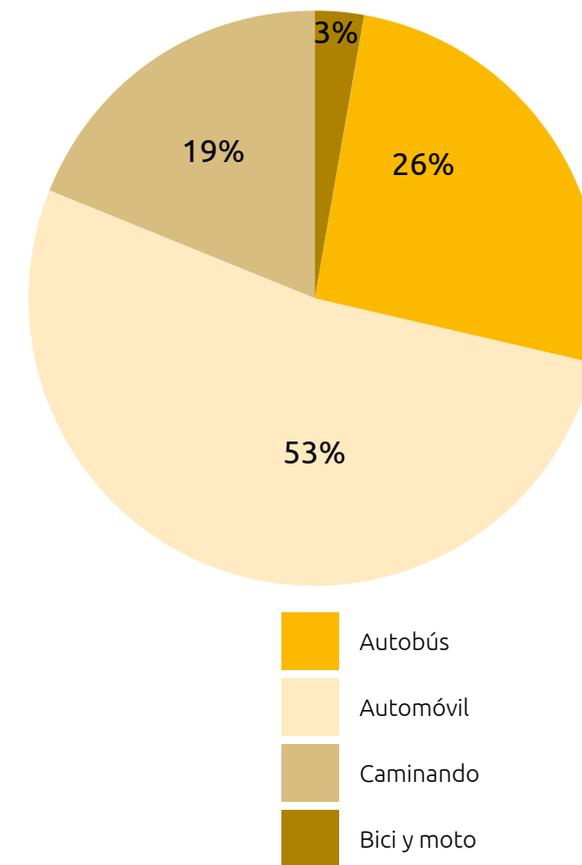


Figura 6. Distribución de los usuarios de la Universidad de Extremadura en función del modo de transporte utilizado.

Como vemos en la Figura 6, el 53% de los usuarios que acceden a alguno de los campus de la universidad de Extremadura, utiliza en sus desplazamientos el automóvil como modo de transporte habitual. Por el contrario, un 26% de los usuarios se desplazan utilizando el autobús urbano y el 22% restante lo hacen de un modo sostenible con el medio ambiente.

Entrando en mayor nivel de detalle, se realiza el mismo estudio para cada una de las ciudades con campus (Plasencia, Cáceres, Mérida y Badajoz). Con esto se consigue independizar e interpretar la movilidad de las distintas ciudades por separado, posibilitando más adelante actuar en ellas de manera diferente en función de sus resultados.

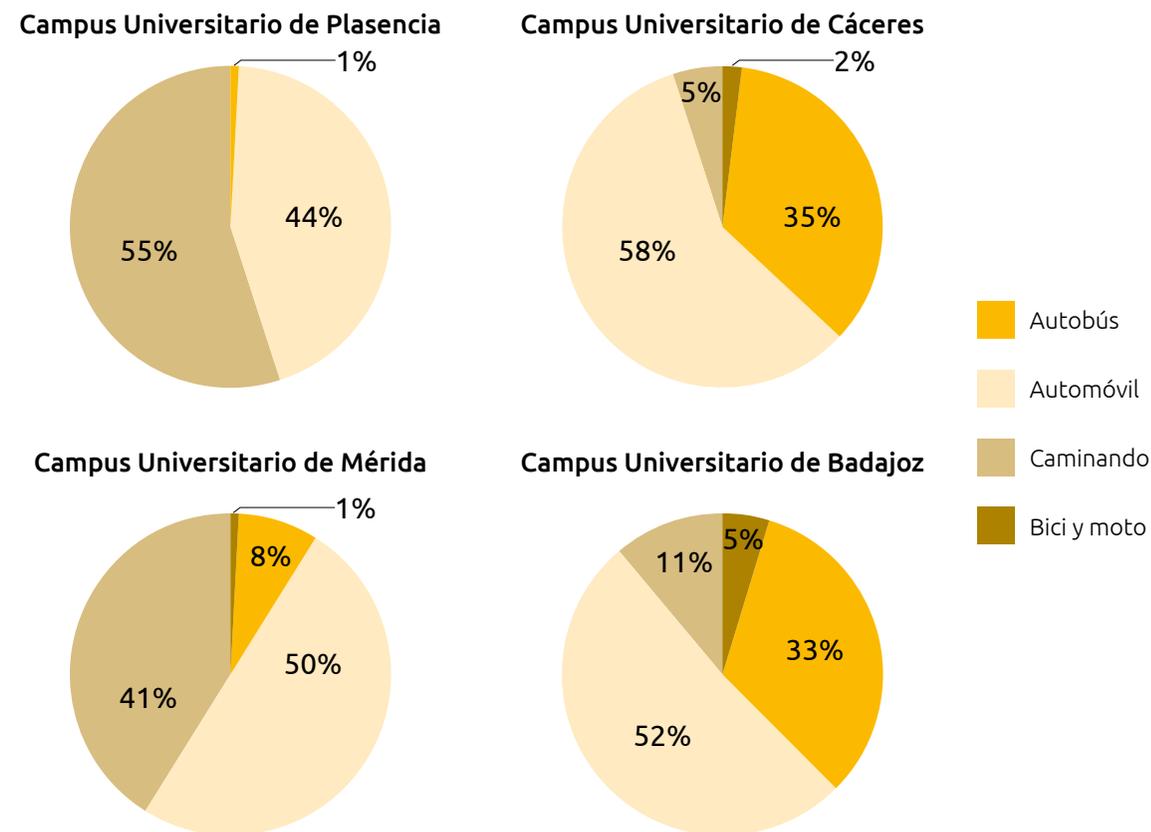


Figura 7. Distribución de los usuarios en los diferentes campus en función del modo de transporte utilizado.

En la Figura 7, se observa cómo el comportamiento en las distintas ciudades es diferente. En Plasencia los usuarios del centro acuden al mismo, tanto en automóvil (44%), como caminando (55%), desplazándose en autobús tan solo un 1%. Sin embargo en la ciudad de Cáceres, donde el campus se encuentra alejado del centro de la población, los usuarios eligen como modo principal de desplazamiento el automóvil (58%), seguido de modo de transporte colectivo (35%). En esta ciudad la presencia de los modos de transporte estrictamente sostenibles es testimonial (7%). En Mérida nos encontramos con un caso parecido al de la ciudad de Plasencia, aunque con más presencia del autobús urbano. Los usuarios de este centro, eligen como modos de transporte principales el automóvil (50%) y caminando (41%), mientras que el autobús es utilizado por un 9% de los usuarios. En la ciudad de Badajoz, que al igual

que Cáceres cuenta con el campus desplazado del núcleo urbano principal, los usuarios eligen como modo principal de transporte el automóvil (52%), frente al modo de transporte colectivo que es usado en un 33%. Los usuarios del campus de Badajoz utilizan un modo de transporte sostenible en un 16%.

Continuando con el estudio de los modos de transporte, e intentando identificar aquellos utilizados por los usuarios con más detalle, realizamos un desglose en cada centro en función del horario en el que realizan los desplazamientos.

En la Figura 8, se ve como los usuarios de la Universidad de Extremadura que acuden a su centro de estudios tanto por la mañana como por la tarde, utilizan más el automóvil (en torno a un 60%), frente a los usuarios que solo se desplazan o bien por la mañana, o bien por la tarde, que utilizan en menor medida el automóvil (45%), en detrimento de usos más sostenibles como ir caminando (25%). El modo de transporte colectivo se mantiene más o menos constante sin influir el turno de desplazamiento (entorno al 30%).

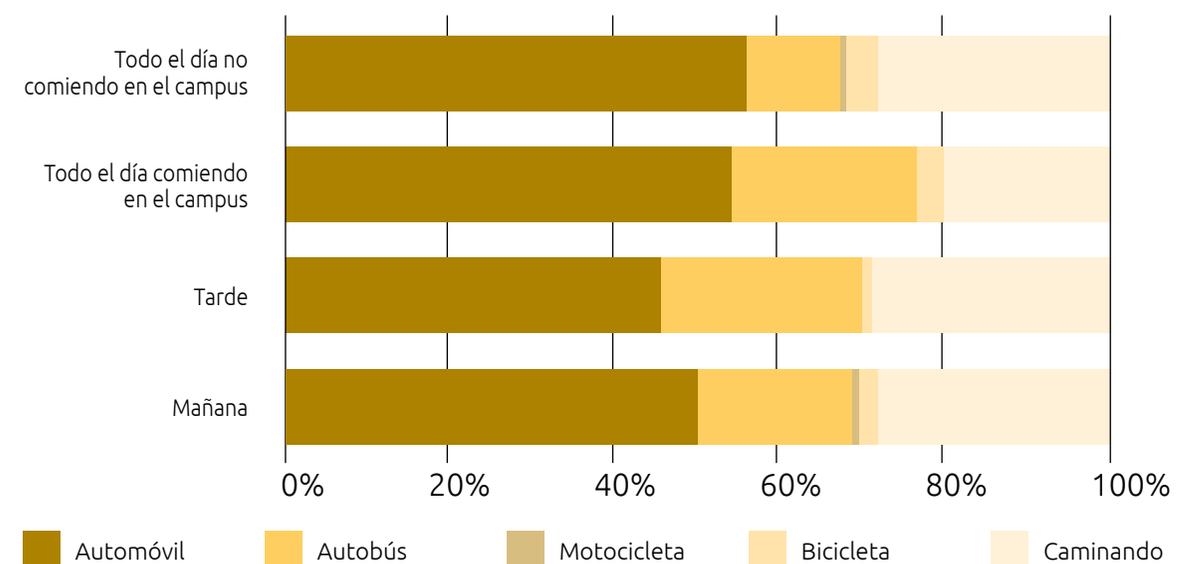


Figura 8. Distribución de los modos de transporte en la Universidad de Extremadura en función del turno en el que se realiza.

Siguiendo la tónica habitual del estudio analizamos este aspecto para cada uno de los campus por separado. En la Figura 9, observamos como la tónica del uso de los modos de transporte es similar a la mencionada para la Universidad de Extremadura, pero con ligeros cambios. Por ejemplo en la ciudad de Plasencia, vemos como los usuarios se dividen entre el automóvil y

el desplazamiento a pie. En la ciudad de Mérida se observa que los usuarios que acuden al centro de estudios durante todo el día sin desplazarse para comer, utilizan en mayor medida el modo de transporte colectivo. Los campus universitarios de Cáceres y Badajoz, tienen un comportamiento similar entre modos independientemente del turno en el que se desplacen los usuarios.

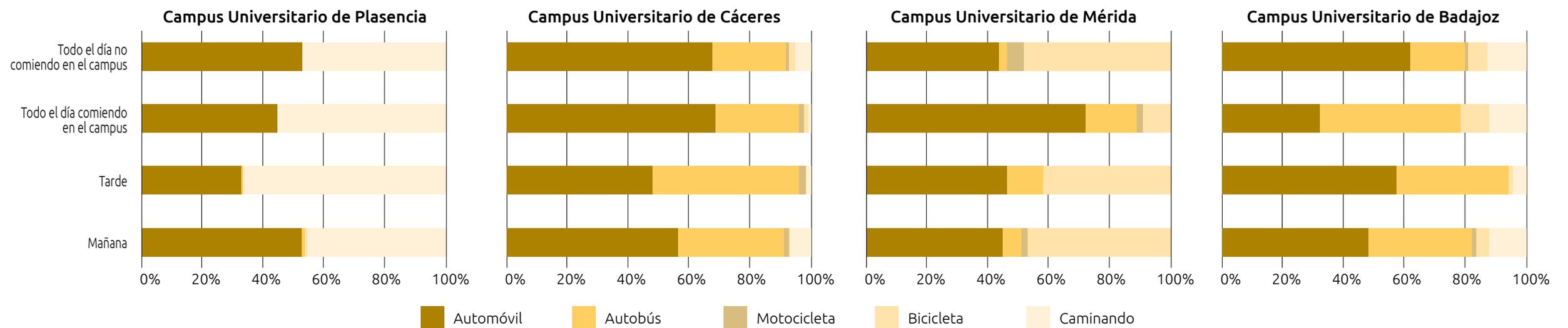


Figura 9. Distribución de los modos de transporte en los diferentes campus en función del turno en el que se realiza

Otra forma de clasificar los modos de transporte para analizar el comportamiento de los usuarios, es mediante la vinculación que estos mantienen con la Universidad de Extremadura (Estudiantes de Grado o Máster, Personal Administrativo PAS, Personal Docente Investigador PDI, Universidad de Mayores y Otros).

En este sentido, se observan en la Figura 10 las diferencias que existen entre dichos grupos. Así, se ve claramente cómo el personal contratado, tanto PDI como PAS, es el que más utiliza como modo de transporte principal el automóvil (entorno al 80%), aun siendo el menos sostenible. En el polo opuesto tenemos a los estudiantes de grado, quienes reducen la elección del automóvil para acudir a sus centros en favor del autobús o el desplazamiento a pie, siendo estos últimos los modos más sostenibles. En un punto intermedio nos encontramos a los estudiantes de máster.

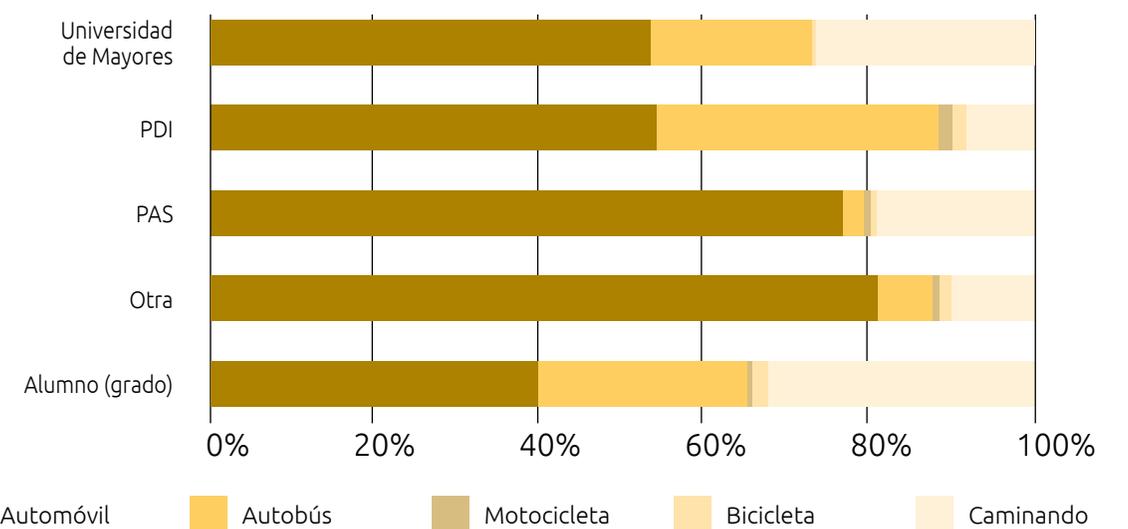


Figura 10. Distribución de los modos de transporte en la Universidad de Extremadura en función de su vinculación.

Analizando esta misma distribución para cada uno de los campus por separado, nos encontramos con una distribución similar a la analizada anteriormente, aunque ajustándose a los porcentajes de uso de los diferentes modos de trans-

porte en cada centro. En todos ellos los usuarios contratados siguen siendo los que más utilizan el vehículo privado, mientras que los estudiantes de grado siguen a la cabeza en la utilización de modos de transporte sostenibles (Figura 11).

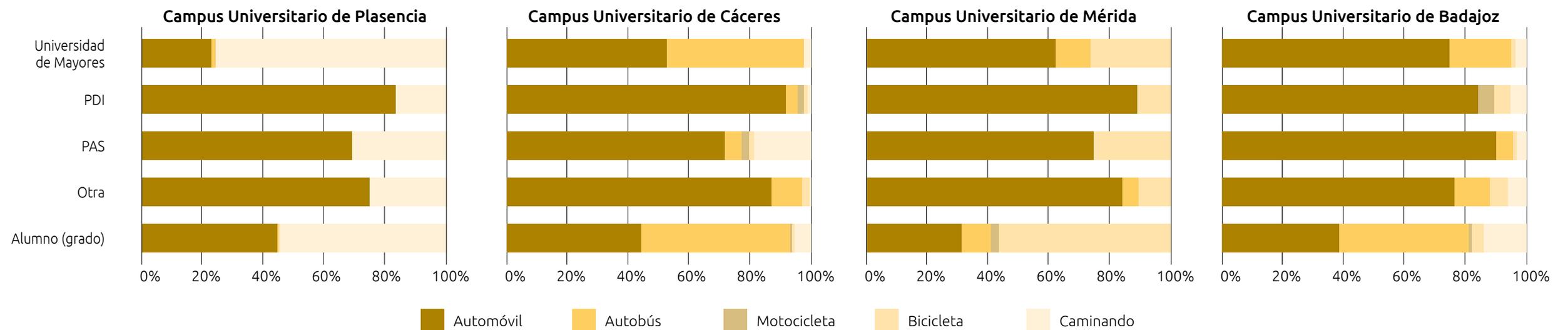


Figura 11. Distribución de los modos de transporte en la Universidad de Extremadura en función de su vinculación.

Por último, para analizar el comportamiento de los usuarios con respecto a los diferentes modos de transporte, detectado diferencias de comportamiento, se expone seguidamente una distribución de los mismos en función del género de los usuarios (Figura 12).

Como muestra la Figura 12, los modos de transporte varían en función del género de los usuarios. Comprobando lo arrojado por la gráfica, el automóvil es el modo de transporte utilizado por igual tanto por hombres como por mujeres. Destaca el modo de transporte colectivo (el autobús) como el más utilizado por las mujeres y los modos en dos ruedas (bicicleta y motocicleta) los más utilizados por los hombres.

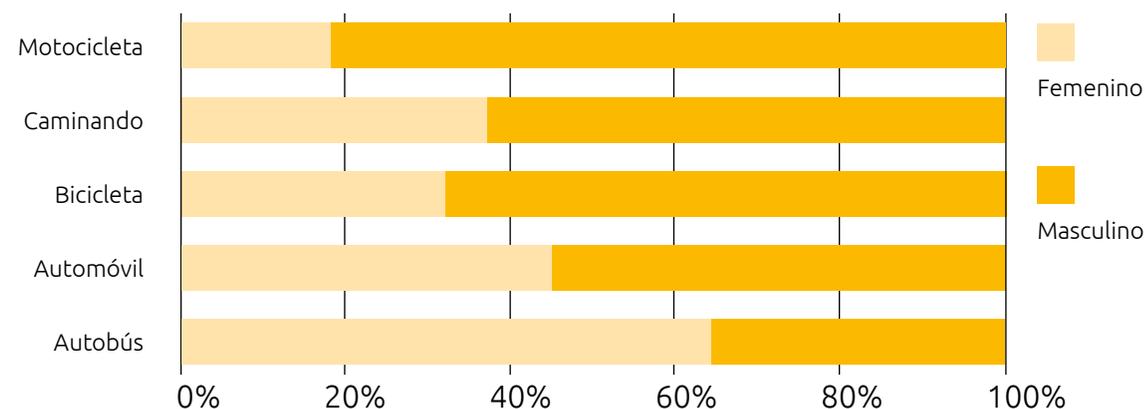


Figura 12. Distribución de los modos de transporte en la Universidad de Extremadura en función del género de los usuarios.

Analizando esta distribución pormenorizadamente para cada campus (Figura 13), comprobamos que aunque varían algunos porcentajes, la tendencia de uso de los modos de transporte tanto por hombres como por mujeres se mantiene. Se puede apreciar cómo los hombres utilizan más la motocicleta y la bicicleta mientras que las mujeres utilizan más el autobús urbano. El automóvil es utilizado igualmente tanto por los hombres como por las mujeres.

# Análisis de la movilidad a los campus de la UEX

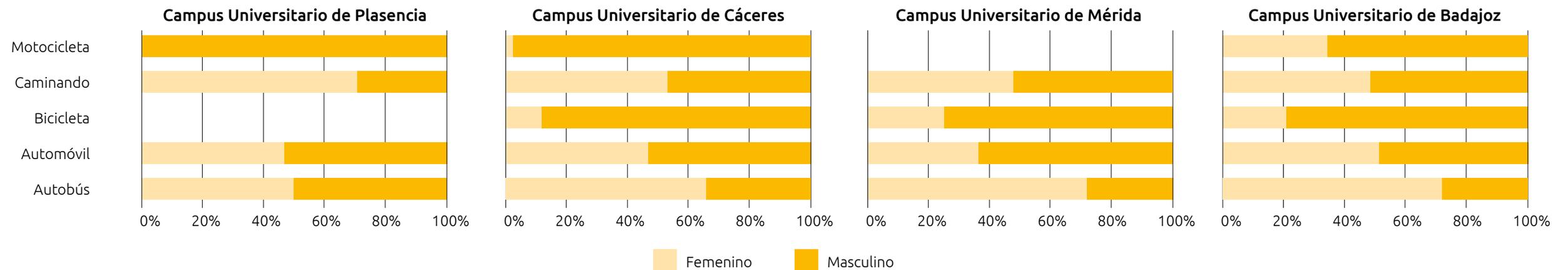


Figura 13. Distribución de los modos de transporte en los diferentes campus en función del género de los usuarios.

Una vez analizados todos los modos de transporte de forma global, es interesante analizar de forma pormenorizada los desplazamientos realizados en vehículo privado, por ser éste el principal modo y el que más problemas de sostenibilidad ocasiona.

Desde un punto de vista genérico se puede afirmar que los vehículos privados que acceden a los diferentes centros de la Universidad de Extremadura presentan una ocupación media en sus desplazamientos de 1,74 pers/veh.

Analizando este resultado en los diferentes campus y en función de la vinculación que tienen los usuarios con la propia universidad, se puede decir que los usuarios que tienen menor nivel de ocupación en el modo de transporte privado son el PDI y el PAS. Como muestra la Figura 14, de nuevo estos grupos son los menos concienciados con la movilidad sostenible, ya que además de ser como se ha comprobado anteriormente los que más utilizan el automóvil como modo principal de transporte, obtienen un valor medio de ocupación entorno al 1,30 pers/veh. El grupo de usuarios que tiene el nivel medio de ocupación más alto es el de los estudiantes de grado, con un valor entorno al 1,80 pers/veh.

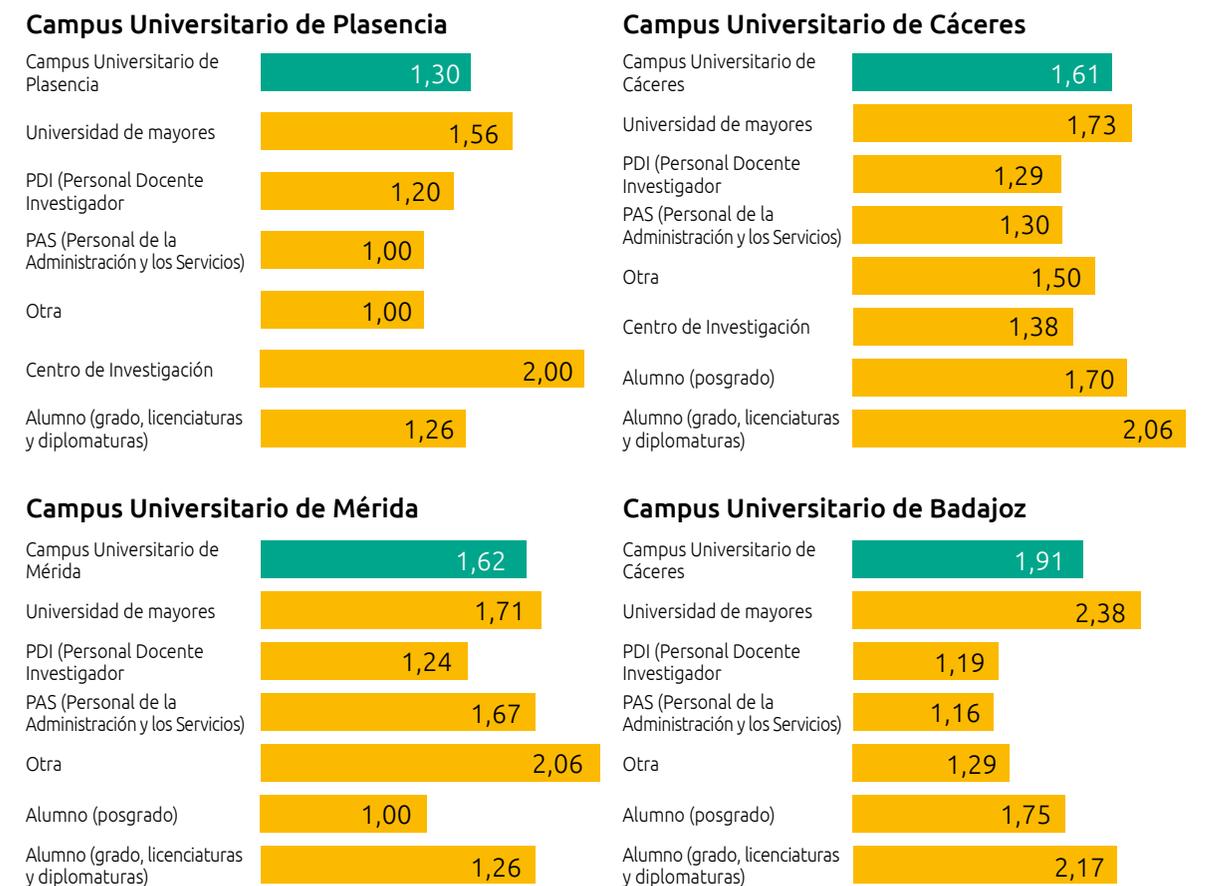


Figura 14. Niveles de ocupación del vehículo privado en los diferentes centros y analizada por vinculación de los usuarios.

Siguiendo con el análisis del automóvil, se muestra a continuación el número de coches que acceden a los diferentes campus de la Universidad de Extremadura (Tabla 1). En el centro de estudios universitarios de Plasencia acuden en torno a 500 automóviles al día, siendo el viernes el de menor afluencia de vehículos con aproximadamente 350 coches. Para el campus de la ciudad de Cáceres, contamos con un número de vehículos que ronda los 4.600, siendo este dato el más elevado de toda la Universidad. En el centro universitario de Mérida nos encontramos con las cifras más bajas ya que acuden en torno a 250 vehículos. Para el campus de Badajoz las cifras del número de vehículos que acceden diariamente a sus instalaciones se encuentran en torno a 3.000 coches. En todos los campus el viernes es el día de menor afluencia de la semana.

**Tabla 1. Coches que acceden a los diferentes campus de la Universidad de Extremadura.**

	Campus Universitario de Badajoz	Centro Universitario de Mérida	Campus Universitario de Cáceres	Centro Universitario de Plasencia
Lunes	2.956	303	4.602	554
Martes	3.367	201	4.784	508
Miércoles	2.956	294	4.544	592
Jueves	3.320	189	4.661	474
Viernes	2.189	153	3.432	345

Otro dato interesante de analizar en lo que al vehículo privado se refiere, es la distancia que los usuarios recorren cada día para acceder a los diferentes campus. Como se muestra en la Tabla 2, las distancias medias de desplazamiento de los diferentes usuarios están comprendidas entre los 950 m y los 4,5 km. Analizando estas distancias para el número total de desplazamientos diarios en los diferentes campus, los usuarios recorren unos 42.745 km.

**Tabla 2. Distancias diarias recorridas por los usuarios en los diferentes centros.**

Destino	Distancia Media (m)	Viajes Totales	Coches Totales	Distancia (m)
Centro Universitario de Plasencia	968	905	698	675.808
Centro Universitario de Mérida	2.160	588	363	784.480
Campus Universitario de Cáceres	4.489	7.812	4.852	21.782.738
Rectorado de Cáceres	3.517	34	22	78.552
Facultad de Empresariales de Cáceres	4.693	790	434	203.5776
Campus Universitario de Badajoz	4.047	6.910	3.626	14.675.011
Escuela Agrarias de Badajoz	3.873	509	226	875.424
Facultad de Documentación de Badajoz	4.306	474	427	1.837.555
			TOTAL	42.745.343
			<b>TOTAL</b>	<b>42.745 Km</b>

Si se analiza el modo de transporte colectivo ofertado para acceder a los principales campus de la Universidad de Extremadura (Cáceres y Badajoz), los resultados extraídos son muy interesantes. Se descarta analizar dicho modo para las ciudades de Mérida y Plasencia por su baja utilización.

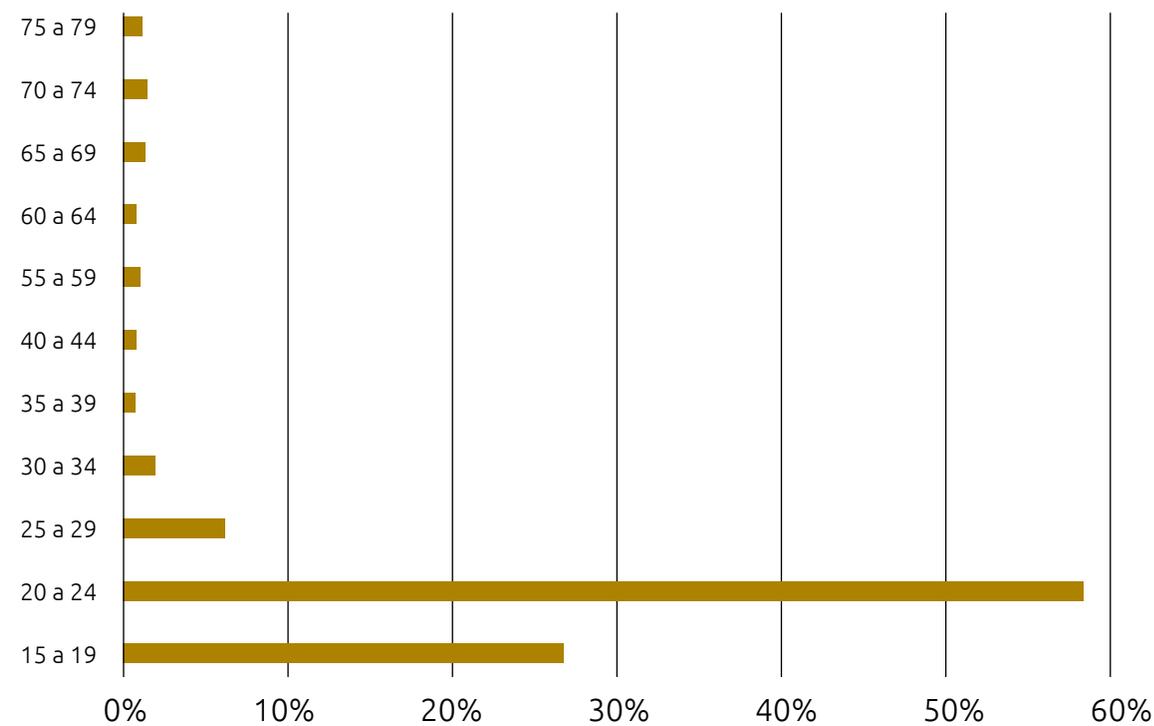


Figura 15. Utilización del Autobús urbano en las ciudades de Cáceres y Badajoz.

En la Figura 15 se observa como el autobús urbano es utilizado en mayor parte por los usuarios más jóvenes de la universidad. Entorno al 85% de los mismos se encuentran entre los 18 y los 24 años. El resto de grupos de edad tienen una participación meramente testimonial.

El autobús urbano dentro de una ciudad no es utilizado de forma uniforme en toda su extensión. Si se atiende a los datos referidos al campus de Badajoz (Figura 16) vemos cómo más de la mitad de los usuarios residen en las barriadas de Valdepasillas, María Auxiliadora y Casco Antiguo.

En el caso de la ciudad de Cáceres ocurre algo similar al caso anterior, ya que aproximadamente la mitad de los usuarios del transporte público residen en las barriadas de Cánovas, Moctezuma y el Perú (Figura 17).

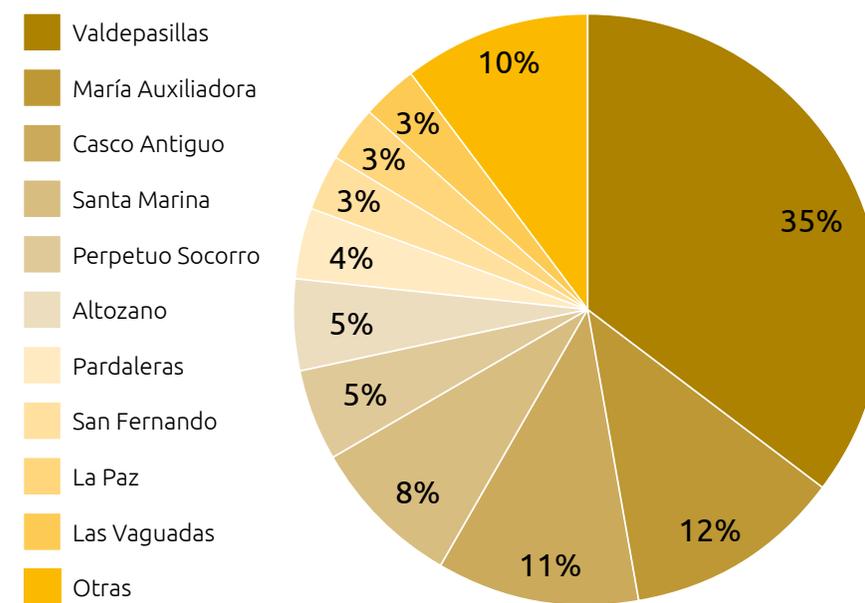


Figura 16. Distribución por Barriadas de la utilización del Autobús Urbano en la ciudad de Badajoz.

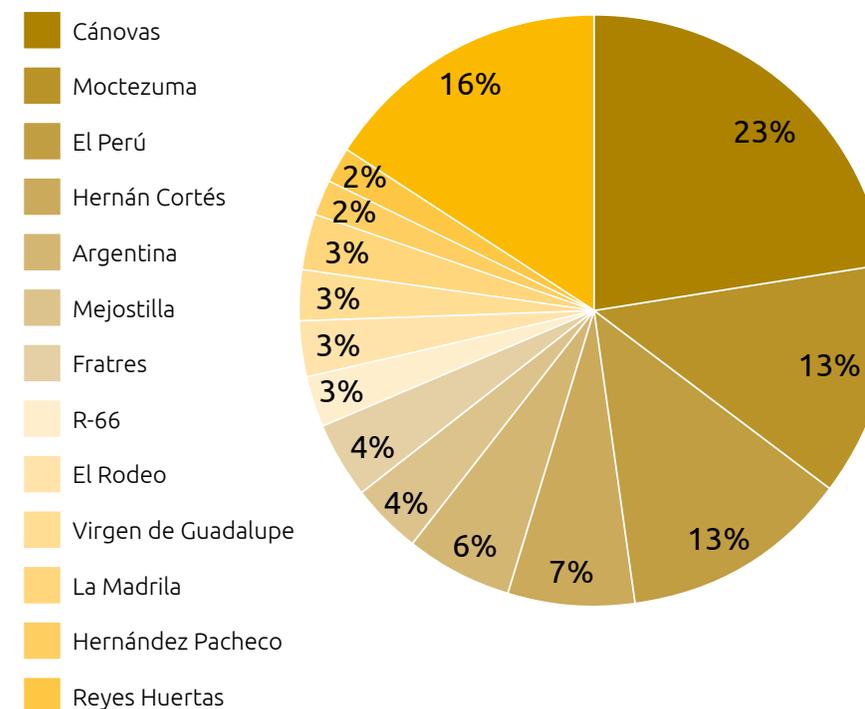


Figura 17. Distribución por Barriadas de la utilización del Autobús Urbano en la ciudad de Cáceres.

La ubicación de las zonas residenciales de los usuarios de la universidad puede influir en su elección del modo de transporte habitual. Como muestra la Tabla 3, en Badajoz todas las barriadas cuentan con una parada de autobús urbano en menos de 400m.

**Tabla 3. Distancias mínimas entre barriadas y paradas de las líneas que acuden al campus universitario de Badajoz.**

0 – 100 m	100 – 300 m	> 300 m
Gurugú	La Paz	Urbanización Guadiana
Perpetuo Socorro	Valdepasillas	
La Granadilla-realojos	Las Vaguadas	
San Fernando	María Auxiliadora	
Barriada de Llera		
Santa Marina		
Casco Antiguo		
Pardaleras		
Altozano		
Ciudad Jardín		
Huerta Rosales		
San Roque		

Sin embargo, en la ciudad de Cáceres vemos como hay barriadas que se encuentran alejadas de las paradas donde poder optar por el modo colectivo. Esto puede dificultar que estos usuarios tomen este tipo de transporte de forma habitual (Tabla 4).

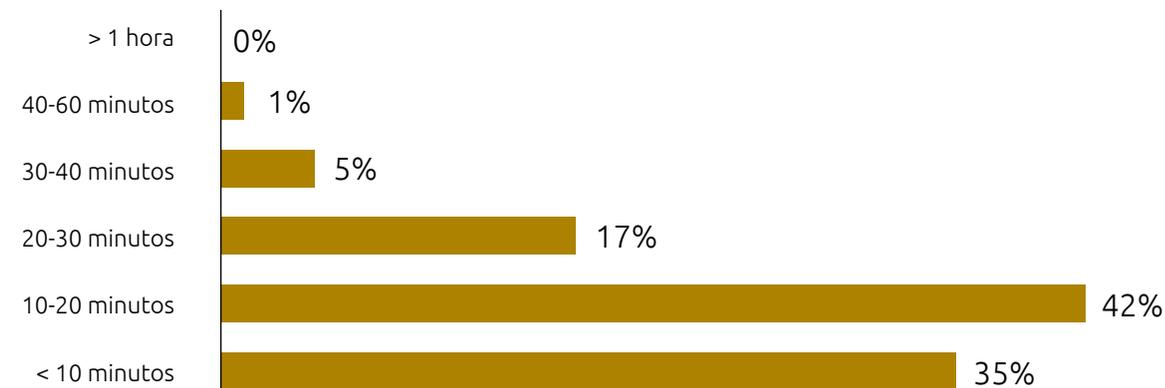
**Tabla 4. Distancias mínimas entre barriadas y paradas de las líneas que acuden al campus universitario de Cáceres.**

0 – 300 m	300 – 600 m	600 – 1000 m	> 1000 m
Casas Baratas	San Justo	El Carneril	Montesol
Virgen de Guadalupe	Reyes Huertas	Nuevo Cáceres	Virgen de la Montaña
Las Candelas	Cánovas	Aguas Vivas	Residencial Universidad
El Rodeo	Los Fratres	Dehesa de los Caballos Sur	R-66
Cuartel Infanta Isabel	Hernán Cortes	Santiago	Casa Plata
Argentina	El Perú	Cabezarrubia	Ciudad Monumental
	San Blas	San Francisco	Mejostilla
		Moctezuma	La Cañada
			Espíritu Santo
			Cáceres el Viejo
			La Madrila
			Los Castellanos

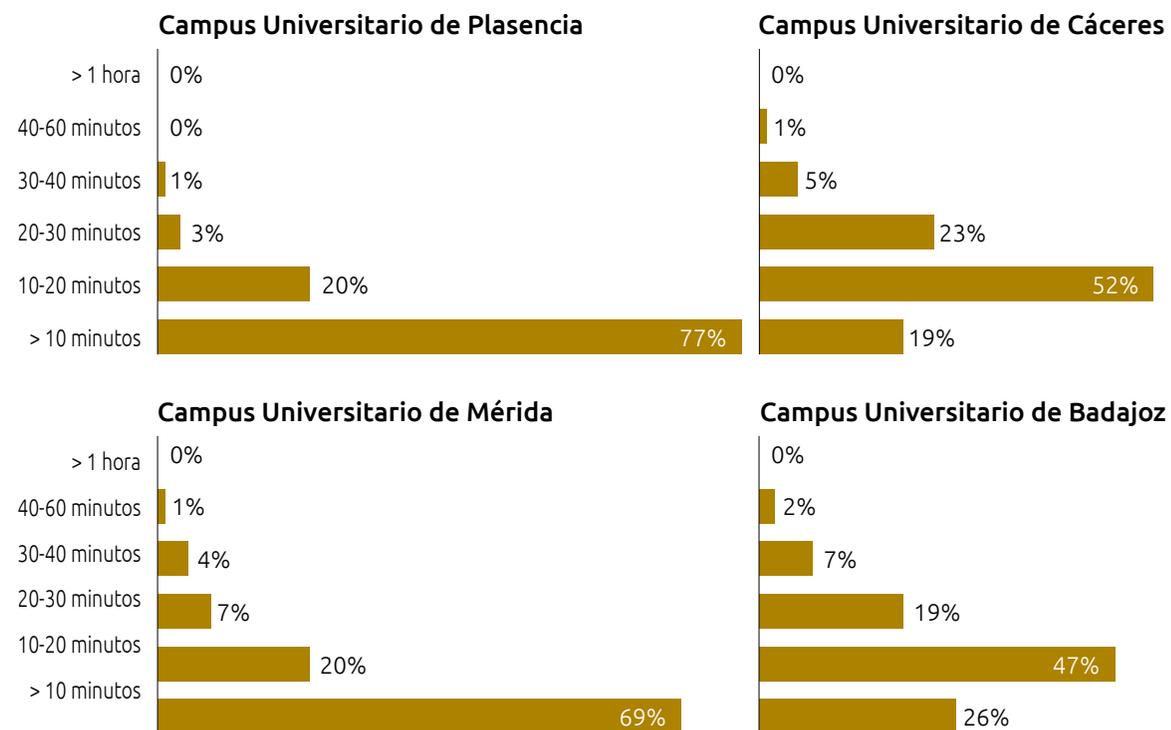
## 2. Costes asociados a los desplazamientos

Los costes asociados de los desplazamientos diarios que los usuarios de la Universidad de Extremadura asumen, se pueden medir de diferentes maneras. En lo referente al tiempo invertido para realizar dichos desplazamientos (Figura 18), podemos ver cómo entorno al 80% de los usuarios invierten

en sus desplazamientos menos de 20 minutos disminuyendo de forma considerable el número de usuarios a medida que aumentamos el tiempo de desplazamiento.



**Figura 18.** Desplazamientos en función del tiempo empleado por los usuarios en la Universidad de Extremadura.



**Figura 19.** Desplazamientos en función del tiempo empleado por los usuarios en función del campus.

Analizando este aspecto para cada campus de forma desagregada (Figura 19), se puede apreciar cómo la tónica general se repite. Como diferencia podemos señalar que en los campus de las ciudades de Cáceres y Badajoz, la franja horaria que engloba al 80% de los usuarios se extiende hasta los 30 minutos de tiempo invertidos en el desplazamiento. Sin embargo en las ciudades de Plasencia y Mérida este mismo porcentaje se encuentra en una distancia menor a 20 minutos.

Siguiendo con el análisis del tiempo, podemos decir que los usuarios de la Universidad de Extremadura gastan al día en torno a 12.814 horas considerando que la mayoría de usuarios realiza un desplazamiento de ida y otro de vuelta (Tabla 5).

**Tabla 5.** Tiempo invertido en desplazamientos al día en la Universidad de Extremadura.

Intervalo de Tiempo	Personas ENC	Personas TOTAL	Tiempo UTIL	Tiempo TOTAL
< 10 minutos	680,504	6.229	10	62.291
10-20 minutos	800,277	10.396	15	155.944
20-30 minutos	328,758	4.384	25	109.594
30-40 minutos	87,217	1.187	35	41.552
40-60 minutos	21,512	301	50	15.050
> 1 hora	0	0	60	0
<b>TOTAL</b>				<b>6.407 Horas</b>

En lo referente al gasto económico, con la estimación realizada en la Tabla 6 se observa que los desplazamientos generados por los usuarios de la universidad se encuentran cercanos a los 175.000 € al día considerando un desplazamiento de ida y vuelta por cada usuario, ya que la mayoría de los mismos acuden 1 vez al día a las instalaciones.

Tabla 6. Estimación de costes económicos en la Universidad de Extremadura.

	€/veh Km	Coste
Combustible	0,1052	44.968,10 €
Lubricantes	0,0002	85,49 €
Neumático	0,0047	2.009,03 €
Mantenimiento y reparación	0,0279	11.925,95 €
Amortiguación	0,16	68.392,55 €
Coste rentabilidad	0,0546	23.338,96 €
Aseguramiento	0,056	23.937,39 €
<b>TOTAL</b>	<b>0,4086</b>	<b>174.657,47 €</b>

Para finalizar con la estimación de los costes derivados de los desplazamientos obligados a la Universidad de Extremadura, se realiza una estimación de los costes que suponen dichos desplazamientos para el medio ambiente. Según el número de vehículos estimados que acuden cada día a los diferentes centros, es posible calcular la contaminación atmosférica producida (Tabla 7).

Tabla 7. Estimación de contaminación diaria en la Universidad de Extremadura.

Tasas de emisión, Bayliss (2000)		
Contaminantes	g/viajero Km	Kg
CO <sub>2</sub>	165	70.530
CO	12,85	5.493
HC	1,5	641
NOX	1,4	598
SO <sub>2</sub>	0,08	34
Partículas	0,05	21

## 3. Conclusiones sobre movilidad general y costes asociados

En este apartado de enumeran las conclusiones más relevantes obtenidas tras el proceso de análisis y la interpretación realizado para describir la movilidad general detectada en todos los campus y centros universitarios de la Universidad de Extremadura, junto a los costes asociados a la misma.

Las principales conclusiones a considerar en este sentido son las siguientes:

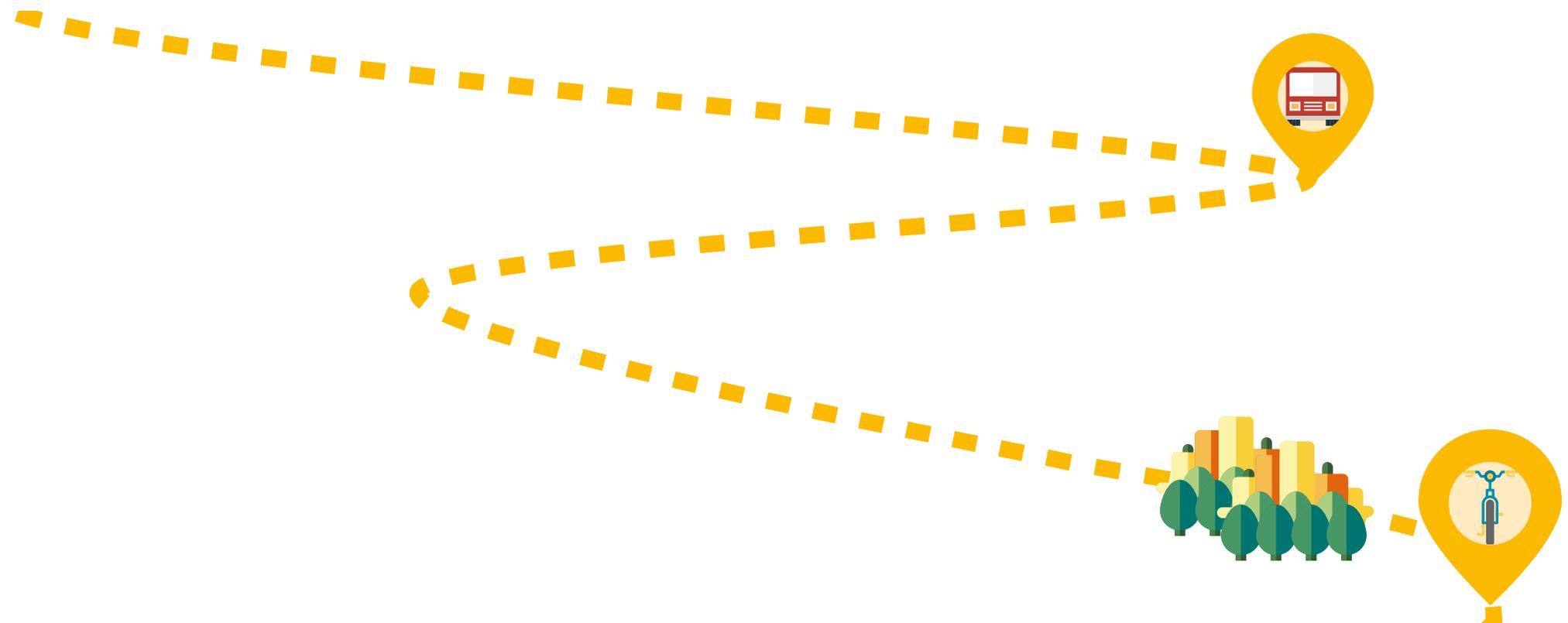
- La primera conclusión general a considerar es que el estudio realizado ha permitido caracterizar los hábitos de movilidad más relevantes de los usuarios de la Universidad de Extremadura y conocer los aspectos fundamentales de la movilidad obligada a los centros que la componen.
- El 53% de las personas que acuden de forma habitual a la Universidad de Extremadura, acceden a las mismas en vehículo privado. El uso de este modo está condicionado por la integración de los centros universitarios en la trama urbana. Así, en los centros universitarios de Mérida y Plasencia se reduce notablemente el porcentaje de uso de este modo de transporte, mientras que en los campus de Cáceres y Badajoz aumenta su uso de forma considerable. Por otra parte, el nivel de ocupación medio de los vehículos es relativamente bajo (1,74 personas por vehículo).
- Atendiendo a la movilidad de los usuarios en función de la relación que guardan con la Universidad de Extremadura, se puede afirmar que el colectivo del personal contratado (es decir el docente e investigador y el personal de administración y servicio) es con diferencia el que más utiliza el vehículo particular (entorno al 80%). Al mismo tiempo,

el porcentaje de utilización del transporte público es inversamente proporcional a la edad de la población: así, a partir de los 25 años su cuota de uso desciende al 3%.

- Del mismo modo se puede ver como el género de los usuarios también tiene su repercusión en la elección del modo de transporte. En este caso, las mujeres suponen el 65% de los usuarios que utilizan el modo de transporte público (autobús urbano). Como contra punto, los hombres son el género mayoritario en los otros modos de transporte.
- Un aspecto digno de reseñar es la escasa movilidad interurbana que soportan los campus universitarios extremeños. El 88% de las personas que de forma habitual acceden a la Universidad de Extremadura, residen en la ciudad donde se encuentra el centro universitario con el que tienen vinculación. Al mismo tiempo, los usuarios del transporte público se concentran en un grupo reducido

de barriadas, produciéndose una distribución heterogénea de la población universitaria más joven en la ciudad.

- La accesibilidad a las paradas y la capilaridad del servicio de autobús urbano no es igual en todas las ciudades con presencia universitaria. En la ciudad de Badajoz, la barriada peor comunicada se encuentra a 400 metros de la parada más próxima donde coger un autobús en dirección al campus, mientras que en la ciudad de Cáceres, un tercio de las barriadas de la ciudad tienen la parada más cercana entorno a los 1.000 metros de distancia.
- Respecto a los costes que supone la utilización de vehículo particular para los usuarios y el medio ambiente, se puede afirmar que los usuarios de la Universidad de Extremadura invierten en torno a 12.814 horas al día en sus desplazamientos, gastando unos 174.658 € y expulsando a la atmósfera una cantidad de CO<sub>2</sub> cercana a las 70.500 kilos.



# 4

## Implicaciones acústicas en los campus de la UEX

**Valentín Gómez Escobar** | Departamento de Física Aplicada. Universidad de Extremadura.  
[valentin@unex.es](mailto:valentin@unex.es)

**Javier Noriego Gómez** | Graduado en Ingeniería en Sonido e Imagen en Telecomunicación  
[jnoriegog@gmail.com](mailto:jnoriegog@gmail.com)

### 1. Introducción

Es indudable que el tránsito de personas provoca efectos secundarios en el entorno, siendo uno de ellos la contaminación del mismo y, dentro de ella destaca la contaminación acústica. Por ello, como parte complementaria a los estudios de movilidad en la UEX, se consideró de interés el intentar evaluar el impacto acústico producido por los desplazamientos a los campus universitarios de Cáceres y Badajoz.

La contaminación acústica derivada de la afluencia de personas a los campus de la Universidad de Extremadura puede ser debida a varias causas, tales como conversaciones, voces, silbidos, etc., pero en este estudio, vamos a centrarnos, exclusivamente, en la derivada del principal medios de transporte utilizado para acceder a estos campus: el tráfico rodado. El estudio que se presenta, por tanto, está sólo referido al ruido producido por el tráfico

rodado. Por otro lado, como se ha indicado, el estudio se ha restringido a los campus universitarios de Cáceres y Badajoz.

### 2. Metodología

Para la evaluación de ruido producido por el tráfico rodado se ha utilizado un software de modelización de esta fuente de ruido [programa Predictor de la empresa Brüel & Kjaer, en su versión 9.12]. Para llevar a cabo el estudio se han seguido los siguientes pasos que, a continuación, de forma somera, se describen.

1. Levantamiento del modelo digital del terreno. Partiendo de las curvas de nivel que se disponían de las dos ciudades, estas fueron importadas al modelo de cada campus. A continuación, en cada campus, se introdujeron los edificios, zonas verdes, carreteras (se introdujo una carretera emisora por cada carril existente), etc.

2. Inserción de propiedades de los elementos del modelo. Para el modelo se han realizado las siguientes suposiciones<sup>1</sup>.

- ◆ Edificios: Altura de la primera planta 4 metros. Resto de plantas: 3 metros por planta.
- ◆ Edificios: fachada reflectante.
- ◆ Zonas verdes:  $G=1$  (totalmente absorbentes).
- ◆ Alturas por defecto del terreno: 350 m (Cáceres) y 164 m (Badajoz).
- ◆ Absorción por defecto del suelo:  $G=0$  (reflectante).

3. Medidas de control: De cara a la comprobación del modelo se seleccionaron puntos de control en cada tramo de cada campus (10 puntos en el campus de Cáceres y 14 en el de Badajoz). En la Figura 1 se muestran las posiciones de estos puntos de control, en los dos campus analizados. Las medidas de control no sólo sirven como contraste de los modelos informáticos, sino que también valieron para conocer los caudales de tráfico asociados a cada tramo del campus. En cada punto de control se realizaron tres medidas del nivel sonoro ( $L_{Aeq}$ ) de 15 minutos cada una, en diferentes intervalos horarios a lo largo del periodo diurno. En cada medida se rellenó una hoja de toma de datos, con toda la información pertinente para posteriores análisis. Particularmente, se anotó en cada medida el número de vehículos y su composición (vehículo pesado, vehículo ligero o motocicleta) de cada uno de los carriles existentes frente al sonómetro. Para las medidas del nivel sonoro, se utilizó la ponderación temporal rápida (F) y la ponderación A en frecuencias, como suele ser habitual para



Figura 1. Posicionamiento de los puntos de control medidos en los campus de Badajoz (Imagen superior) y Cáceres (imagen inferior).

<sup>1</sup> Siguiendo, cuando fue posible las recomendaciones del documento "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure" [European Commissions Working Group - Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN)] [Versión 2 13th January 2006].

este tipo de medidas para adecuar las mediciones de nivel sonoro a la respuesta del oído humano. Las medidas fueron realizadas en horario diurno en el mes de abril de 2016. Se utilizó un sonómetro Brüel & Kjaer 2238, que fue calibrado inmediatamente antes y después de cada serie de medidas (calibrador Brüel & Kjaer 4231). Todas las medidas se realizaron bajo las condiciones descritas en la norma ISO 1996-2: 2007.

- Asignación de velocidades y caudales a los carriles de tráfico. Como se indicó anteriormente, para este estudio se ha analizado cada carril existente en los dos campus universitarios en estudio. La velocidad asignada a cada tramo viario analizado fue de 50 km/h (máximo permitido), excepto aquellas en las que, por observación directa durante las medidas de control, se consideró que este valor era claramente excesivo, en cuyo caso se asignó un valor inferior (30 km/h). Los caudales de cada tramo se calcularon a partir de tres observaciones de 15 minutos en cada uno de ellos.

## 3. Resultados y discusión

En la Tabla 1 se resumen los elementos incluidos en cada modelo creado y en las figuras 2 y 3 se presentan los modelos creados de los campus de Badajoz y Cáceres, respectivamente. Estos modelos son la base del modelado acústico posterior.

En la Figura 4, se muestran en un modelo tridimensional los principales elementos del modelo del campus de Badajoz, mientras que en la Figura 5, se muestran los del campus de Cáceres.

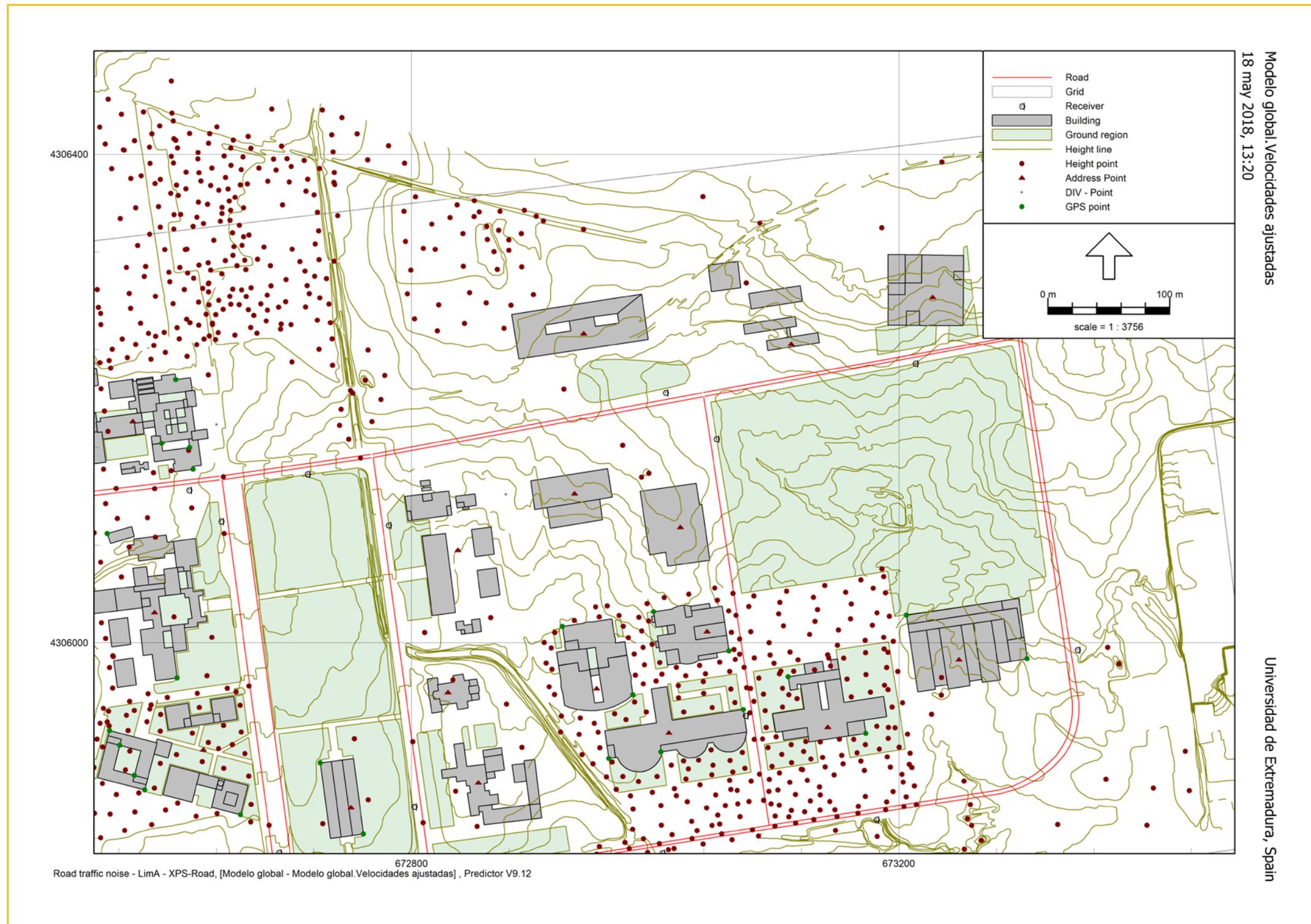
Antes de presentar los resultados de los modelos, lo primero que debemos indicar son las limitaciones de los mismos. Estas son, entre otras, las siguientes:

- La cartografía de la que se disponía no estaba actualizada, de forma que los modelos del terreno creados en algunas zonas de los campus no se adecuaban completamente a la realidad actual de estos campus. Esta limitación afecta sobre todo a las zonas de los edificios construidos en los últimos años y, en el campus de Badajoz, a la unión del campus con el Hospital, pero también a otras zonas de los modelos, algunas visibles en las figuras 4 y 5.
- Los caudales asignados a cada tramo viario podrían no ser totalmente representativos, al provenir de sólo tres intervalos de 15 minutos.
- El modelo de cálculo utilizado es el indicado por la normativa europea<sup>2</sup>, traspuesto posteriormente en España en la Ley del Ruido y sus desarrollos. Este modelo tiene la limitación de que los datos de potencia de emisión de los vehículos son antiguos y su uso puede no ser adecuado para los vehículos actuales. Se han visto alguna discrepancia importante, sobre todo para los niveles de vehículos pesados.

Tabla 1. Elementos creados para cada campus.

	Nº de elementos	
	Campus de Cáceres	Campus de Badajoz
Curvas de nivel	1.962	1.320
Cotas de altura	2.430	2.113
Edificios	187	138
Zonas verdes	65	55
Barreras	1	--
Tramos de carreteras (carriles)	37	19

<sup>2</sup> Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (Diario Oficial de la Comunidades Europeas de 18 de julio de 2002).



**Figura 2.**  
Modelo construido para el campus de Badajoz



**Figura 3.** Modelo construido para el campus de Cáceres.



Figura 4. Modelo tridimensional del campus de Badajoz.

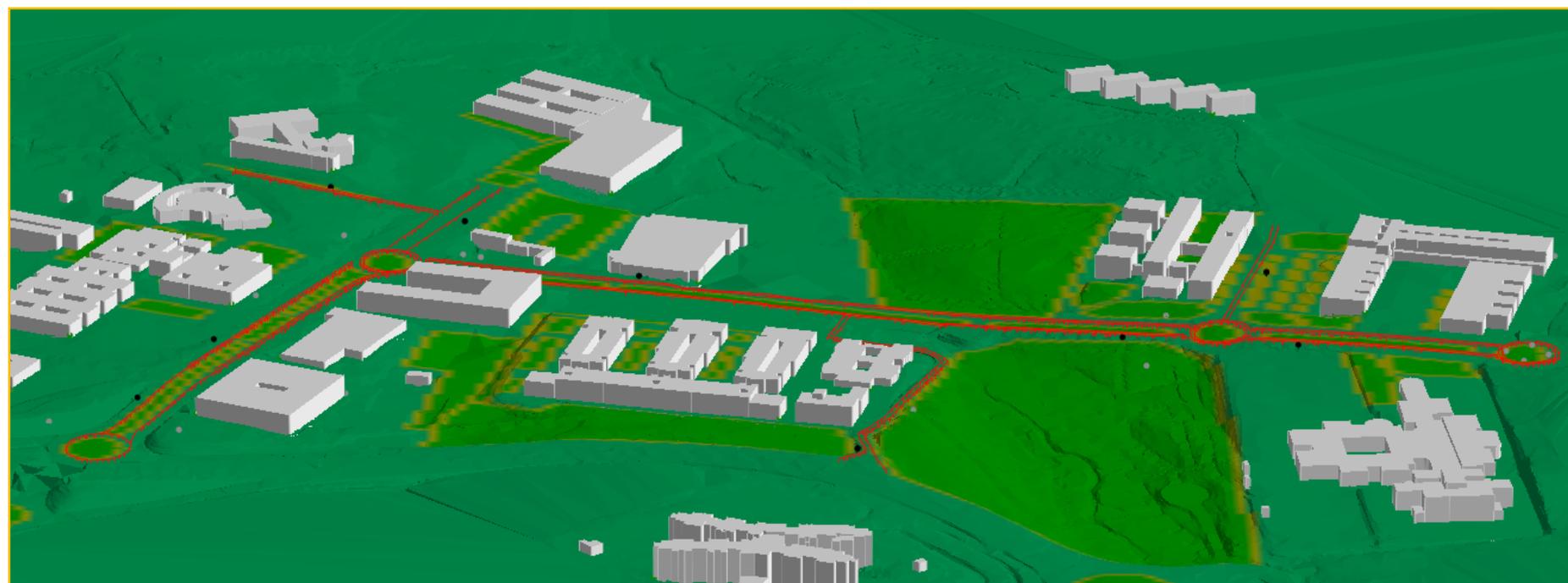
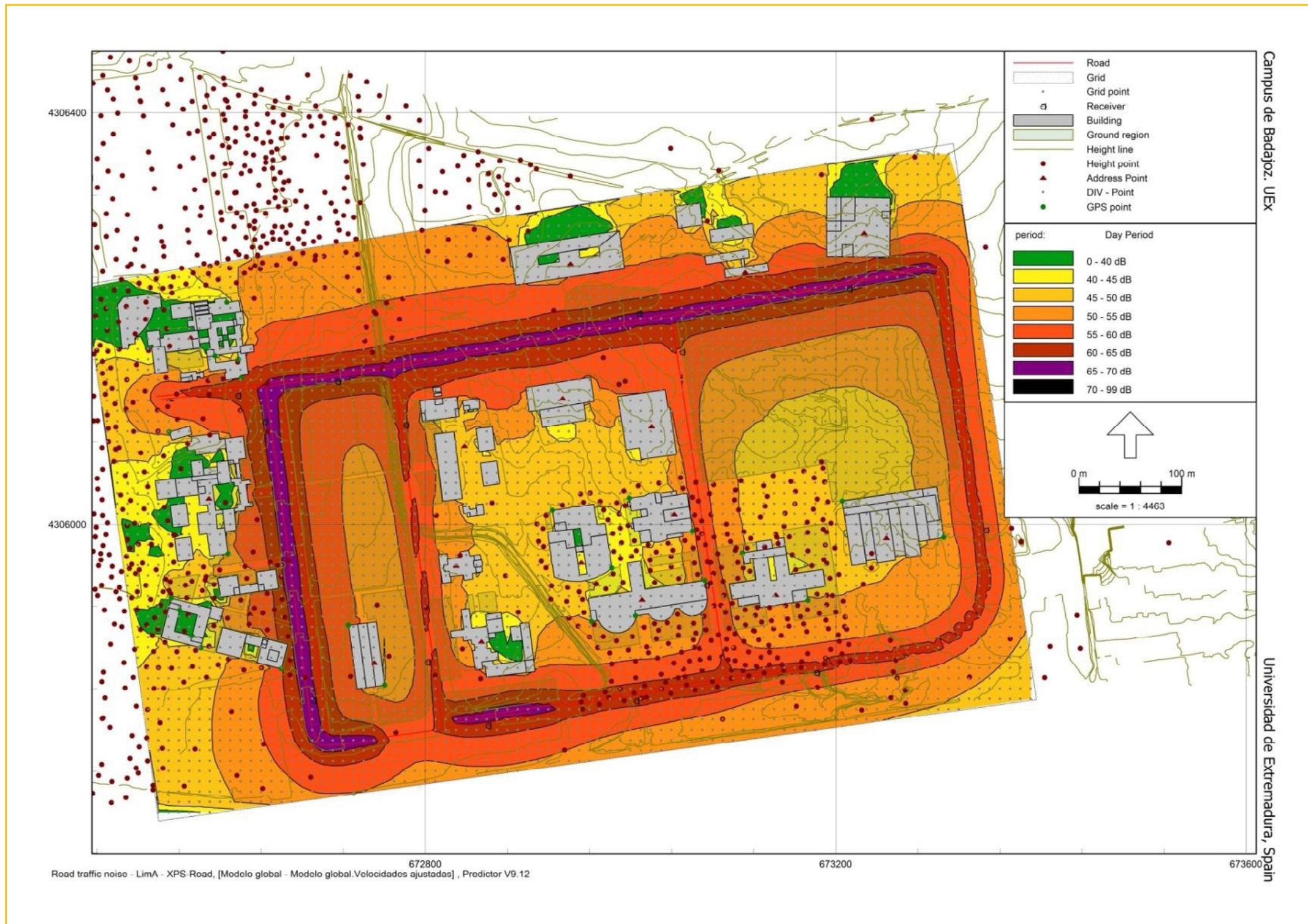


Figura 5. Modelo tridimensional del campus de Cáceres.

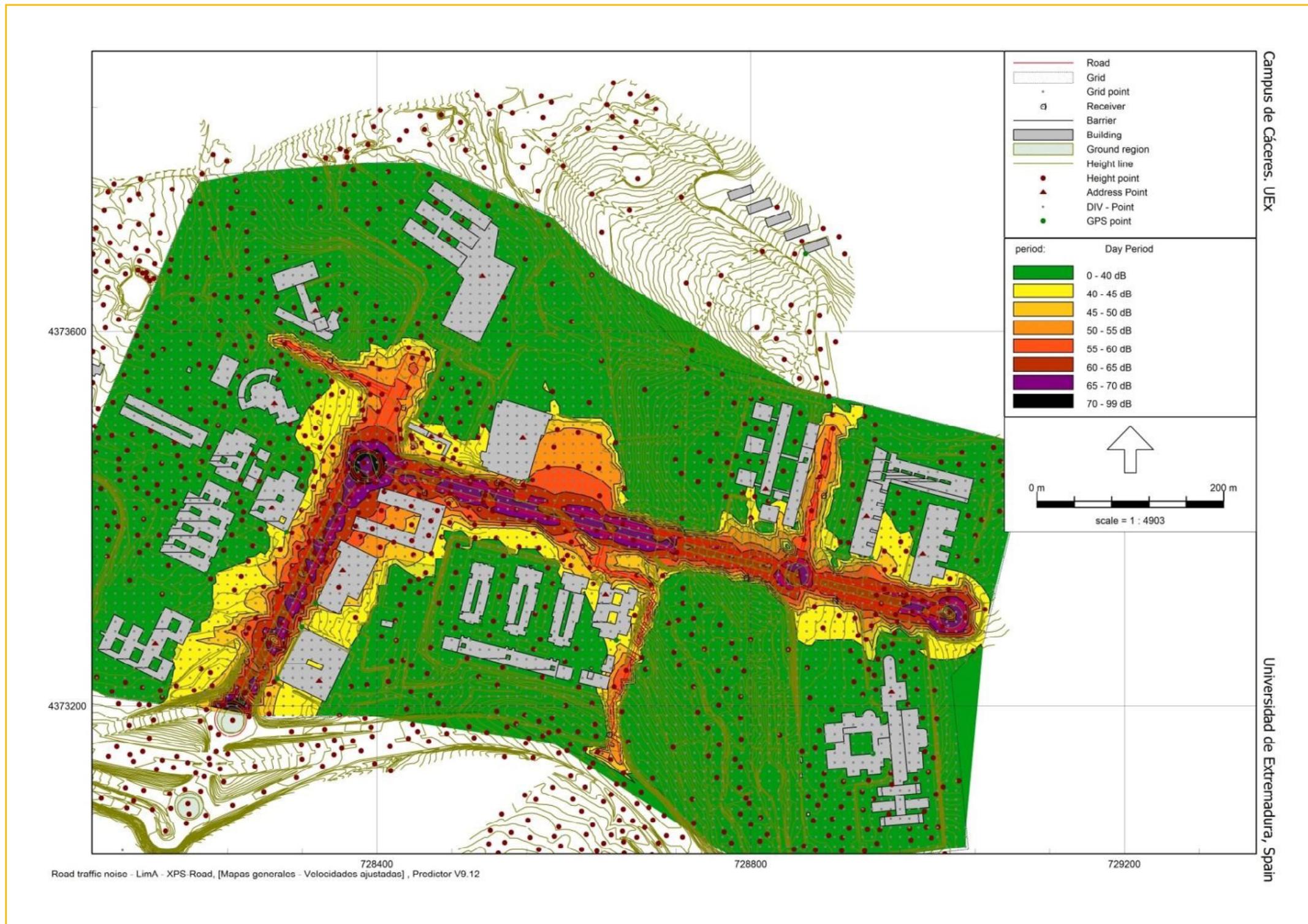
Sobre los modelos creados, presentados en las figuras anteriores, en la zona de los dos campus universitarios analizados, se superpuso una malla de tamaño de rejilla de 10 x 10 metros (tamaño recomendado por el Ministerio de Fomento para la realización mapas de ruido de carreteras<sup>3</sup>).

En la figuras 6 y 7 se presentan los mapas de ruido obtenidos, para una altura de 4 metros, en los campus de Badajoz y Cáceres, respectivamente. Estos mapas de ruido se han superpuesto sobre los modelos y sus elementos, para una mejor visualización.

<sup>3</sup> Ministerio de Fomento "Criterios y condiciones técnicas para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido de las carreteras de la red del estado. 2ª Fase 2012" (Ministerio de Fomento, 2010).



**Figura 6.** Mapa de ruido obtenido para el campus de Badajoz.



**Figura 7.** Mapa de ruido obtenido para el campus de Cáceres.

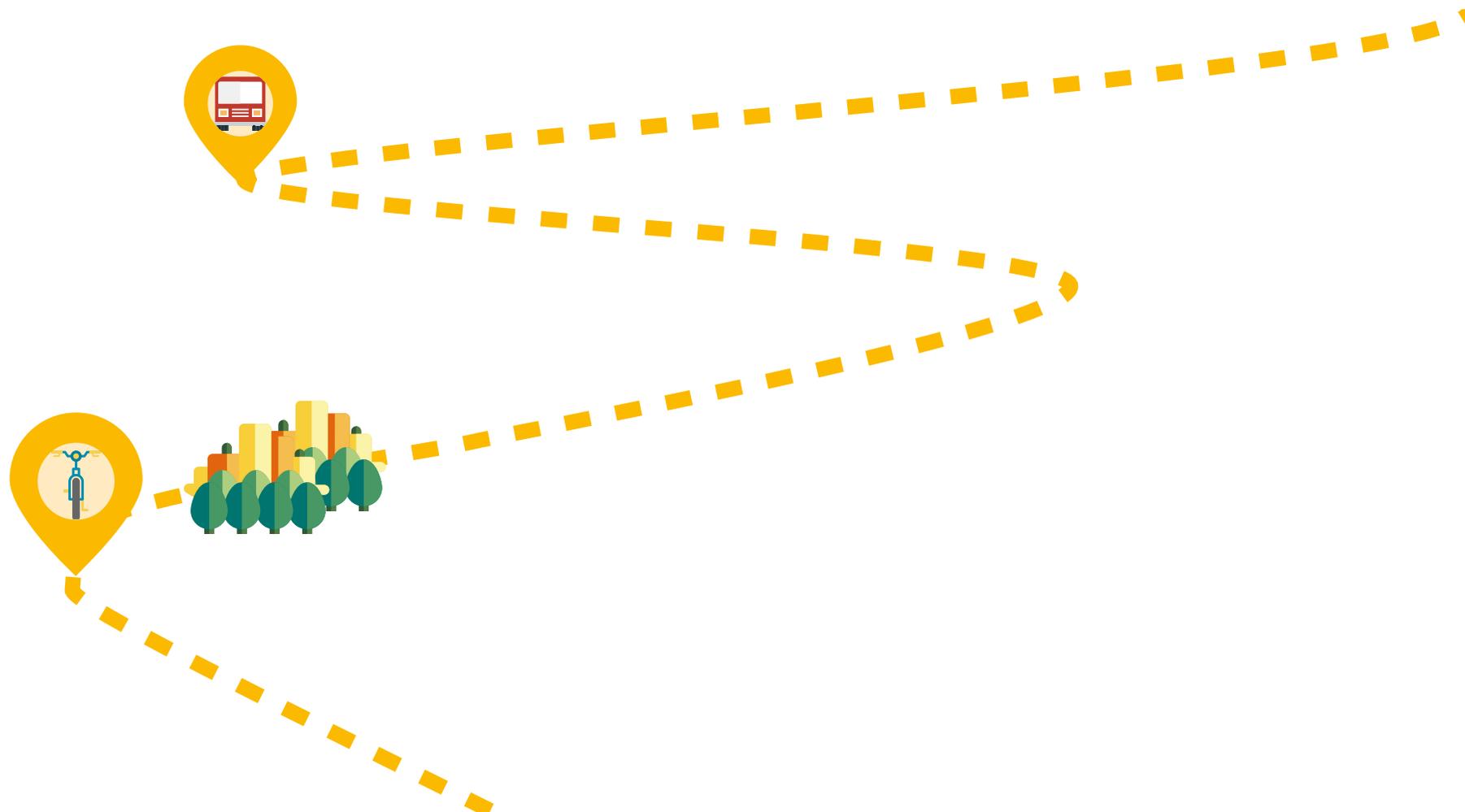
## 4. Conclusiones

Los valores sonoros obtenidos en las vías del campus de Badajoz parecen afectar a más distancia que los obtenidos en el campus de Cáceres. Indudablemente las diferencias en la orografía del terreno (la altura del terreno es mucho más constante en el campus de Badajoz) es muy relevante en este efecto.

Si nos fijamos en la incidencia sobre los diferentes edificios de los dos campus estudiados, a las fachadas de los mismos, nunca llegan niveles sonoros superiores a 65 decibelios. De hecho a la mayor parte de los edificios

los niveles que llegan a sus fachadas rara vez son superiores a 55 decibelios. Es, por tanto, previsible que, considerando un mínimo aislamiento de las fachadas de los edificios de los campus, el ruido debido al tráfico de vehículos en el campus no sea una molestia importante en el interior de los edificios.

Los niveles que llegan derivados del tráfico de vehículos al entorno de los diferentes edificios de los campus son bastante bajos. De hecho es de prever que en estos entornos puedan existir otras fuentes de ruido cuya molestia sea mayor (sistemas de acondicionamiento, conversaciones de las personas, sonidos de animales, etc.). Podría ser de interés el estudio futuro de las fuentes sonoras presentes en el entorno de los edificios y su importancia en el nivel sonoro total.



# 5

## Oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus de la UEX

**Miguel Candel Pérez** | Departamento de Construcción. Universidad de Extremadura  
[miguelcandel@unex.es](mailto:miguelcandel@unex.es)

**Francisco José García-Adámez Morcillo** | Departamento de Construcción. Universidad de Extremadura  
[fgarciaxs@alumnos.unex.es](mailto:fgarciaxs@alumnos.unex.es)

Dentro del Plan de Movilidad uno de los objetivos es analizar la oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus de la Universidad de Extremadura.

Para la realización de dicho análisis es imprescindible partir de una metodología que permita determinar el número de plazas de aparcamiento de las que dispone cada campus.

### 1. Determinación de las plazas de aparcamiento

La determinación del número de aparcamientos se ha realizado a través de la inspección ocular, en los distintos campus de la UEx. Con esta inspección se ha observado la disposición de las plazas de aparcamiento tanto legal como ilegal. Las plazas de aparcamiento legales están señalizadas en los viales y se

regulan por las ordenanzas de tráfico. Por su parte, las plazas de aparcamiento ilegales no guardan relación con la ordenación del tráfico.

Los aparcamientos han sido digitalizados por campus. En cada campus se han identificado distintas tipologías de aparcamiento que han sido representadas en un SIG. Estas tipologías de aparcamiento son las siguientes:

- ◆ Aparcamientos ilegales (color rojo).
- ◆ Aparcamientos en batería (color azul).
- ◆ Aparcamientos en línea (color verde).

Con el fin de registrar territorialmente el espacio ocupado por cada uno de los tipos de aparcamientos se calcula el área de cada tipología de aparcamiento.

Se calcula el área destinada a estacionar en cada facultad o Escuela de la UEx atendiendo a su tipología y así, conocer el número de plazas de aparcamiento que se ofertan en cada una de ellas (Tabla 1).

# Oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus de la UEX

El área de una plaza de aparcamiento, de acuerdo a la “Ficha 7: Aparcamientos” incluida en la Instrucción de Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid en el año 2000, es diferente dependiendo de la tipología de los aparcamientos, y su cálculo se realiza atendiendo a las siguientes expresiones:

$$\text{Área Aparcamiento}_{\text{Batería}} = 12 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Aparcamiento}_{\text{Línea}} = 10,12 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Aparcamiento}_{\text{Ilegal}} = 11 \text{ m}^2$$

El área de los aparcamientos ilegales se aproxima a un valor intermedio entre los aparcamientos en batería y los aparcamientos en línea.

Tabla 1. Áreas totales por facultades atendiendo a la tipología de aparcamiento

CAMPUS	CENTRO	ÁREA BAT (m <sup>2</sup> )	ÁREA LIN (m <sup>2</sup> )	ÁREA ILEG (m <sup>2</sup> )
PLASENCIA	Centro Universitario de Plasencia	1.353	194	0
CÁCERES	Escuela Politécnica	2.408	1.267	1.817
	Facultad de Ciencias del Deporte	1.802	0	0
	Facultad de Derecho	1.969	310	156
	Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional	1.805	29	42
	Facultad de Estudios Empresariales y Turismo	2.750	0	207
	Facultad de Filosofía y Letras	2.326	469	62
	Facultad de Formación del Profesorado	1.139	569	268
	Facultad de Veterinaria	4.287	161	0
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	2.389	295	1.892
MÉRIDA	Centro Universitario de Mérida	2.599	339	0
BADAJOZ	Escuela de Ingenierías Agrarias	2.840	783	124
	Escuela de Ingenierías Industriales	2.441	883	0
	Facultad de Ciencias	3.192	2.118	739
	Facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación	408	0	1.026
	Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales	2.444	931	449
	Facultad de Educación	2.026	667	31
	Facultad de Medicina	1.453	0	1.632
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	5.729	2.496	4.317

Con estos cálculos se determina también el número de aparcamientos en cada Facultad y Escuela atendiendo a las tipologías definidas (Tabla 2).

Se comparan estos datos con lo que dice la Ley 15/2001, de 14 de diciembre, del Suelo y Ordenación Territorial de Extremadura (en adelante LESOTEX): “La previsión de un número adecuado de aparcamientos, que deberá respetar el mínimo de una plaza, que reglamentariamente podrá elevarse a 1,5 para determinados sectores, por cada 100 metros cuadrados de edificación residencial y las adecuadas que se establezcan para el resto de usos. En todo caso, la menos 0.5 plazas por cada 100 metros cuadrados de edificación, anexas o no al viario, deberán tener carácter público”.

# Oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus de la UEX

Tabla 2. Número de aparcamientos por facultades atendiendo a su tipología

CAMPUS	CENTRO	ÁREA BAT (m <sup>2</sup> )	ÁREA LIN (m <sup>2</sup> )	ÁREA ILEG (m <sup>2</sup> )
PLASENCIA	Centro Universitario de Plasencia	113	19	0
	Escuela Politécnica	201	125	165
CÁCERES	Facultad de Ciencias del Deporte	150	0	0
	Facultad de Derecho	164	31	14
	Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional	150	3	4
	Facultad de Estudios Empresariales y Turismo	229	0	19
	Facultad de Filosofía y Letras	194	46	6
	Facultad de Formación del Profesorado	95	56	24
	Facultad de Veterinaria	357	16	0
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	199	29	172
MÉRIDA	Centro Universitario de Mérida	217	33	0
BADAJOZ	Escuela de Ingenierías Agrarias	237	77	11
	Escuela de Ingenierías Industriales	203	87	0
	Facultad de Ciencias	266	209	67
	Facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación	34	0	93
	Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales	204	92	41
	Facultad de Educación	169	66	3
	Facultad de Medicina	121	0	148
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	477	247	392

Realizando la comparación (Tabla 3), se aprecia una correspondencia entre las plazas que debe haber según LESOTEX, salvo en algunos centros excepcionales. En las facultad de Filosofía y Letras la oferta de aparcamiento es superior debido quizás a la proximidad con la Biblioteca del campus de Cáceres. En el centro universitario de Mérida podemos ver que la oferta supera con creces a lo que le correspondería si aplicáramos la LESOTEX.

En cuanto al campus de Badajoz la oferta de plazas de aparcamiento supera con creces en la mayoría de los centros educativos sus correspondientes a la LESOTEX, salvo en la facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación, que al encontrarse situada dentro de la ciudad y especialmente construida en la parte alta sobre un cerro tiene poco espacio para poder ofertar plazas de aparcamiento, cabe destacar la existencia de un parking público cercano en el cual seguramente estacione gran parte de la población objeto del presente estudio.

# Oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus de la UEX

Tabla 3. Plazas ofertadas vs Plazas mínimas LESOTEX.

CAMPUS	CENTRO	P. APARCAMIENTO OFERTADAS	P. APARCAMIENTO MÍNIMAS (LESOTEX)
PLASENCIA	Centro Universitario de Plasencia	132	133
CÁCERES	Escuela Politécnica	326	393
	Facultad de Ciencias del Deporte	150	207
	Facultad de Derecho	195	214
	Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional	153	97
	Facultad de Estudios Empresariales y Turismo	229	185
	Facultad de Filosofía y Letras	240	90
	Facultad de Formación del Profesorado	151	123
	Facultad de Veterinaria	373	480
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	228	269
MÉRIDA	Centro Universitario de Mérida	250	74
BADAJOZ	Escuela de Ingenierías Agrarias	314	140
	Escuela de Ingenierías Industriales	291	141
	Facultad de Ciencias	475	367
	Facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación	34	123
	Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales	296	206
	Facultad de Educación	235	164
	Facultad de Medicina	121	154
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	724	354

## 2. Análisis de la oferta y la demanda de aparcamiento

Dentro de análisis de oferta/demanda de aparcamiento, el estudio de resultados se centrará en los campus universitarios de Cáceres y Badajoz, ya que son los que mayores problemas de aparcamiento presentan debido a la gran población que atraen a diario, descartando los centros universitarios de Mérida y Plasencia que por la población que atraen y las plazas de aparcamientos existentes cubren con eficiencia su función.

Se asume la hipótesis de que los usuarios no podrán siempre aparcar en el parking más cercano a su centro de trabajo o estudios y se agrupan las plazas de aparcamiento en sectores por proximidad en los campus de Cáceres y de Badajoz.

### CAMPUS DE CÁCERES:

- G1: Escuela Politécnica.
- G2: Facultad de Ciencias del Deporte e Intromac.
- G3: Facultad de Derecho, Biblioteca Central, Facultad de Filosofía y Letras y Facultad de Formación del Profesorado.
- G4: Escuela de Enfermería y Terapia Ocupacional, Facultad de Veterinaria, Parque Científico y Tecnológico y Edificio de Usos Múltiples.
- G5: Facultad de Estudios Empresariales y Turismo.

### CAMPUS DE BADAJOZ:

- J1: Facultad de Educación, Facultad de Ciencias (Oeste) y Edificio Metálico.
- J2: Facultad de Ciencias (Este), Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Biblioteca Central y Edificio de Usos Múltiples.
- J3: Edificio de Rectorado, Escuela de Ingenierías Industriales y Parque Científico y Tecnológico.
- J4: Facultad de Medicina.
- J5: Escuela de Ingenierías Agrarias.
- J6: Facultad de Biblioteconomía y Documentación.



Figura 1. Sectores Campus de Cáceres.

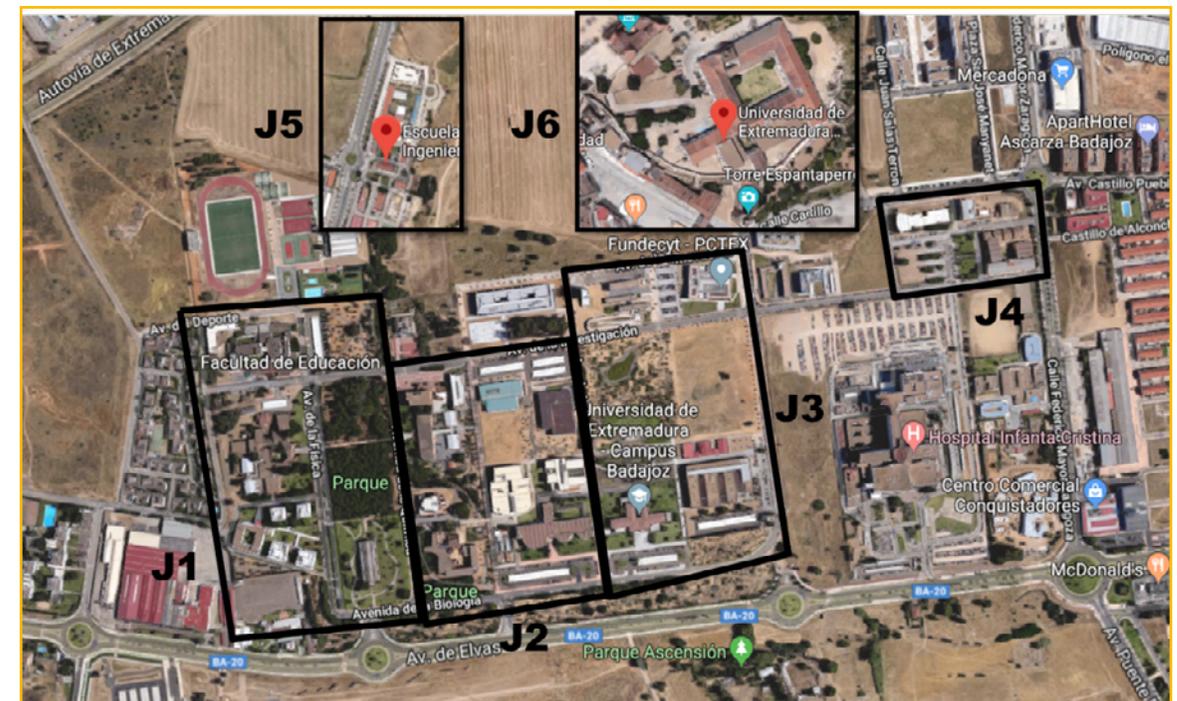


Figura 2. Sectores Campus de Badajoz.

# Oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus de la UEX

Se computan las plazas totales en los sectores definidos, considerando tanto plazas legales como ilegales (Tabla 4).

Tabla 4. Oferta de plazas de aparcamiento por sectores en los campus de Cáceres y Badajoz.

CAMPUS	SECTOR	LEGAL	ILEGAL	TOTAL
CÁCERES	G1	326	165	491
	G2	349	13	362
	G3	604	94	698
	G4	537	84	621
	G5	229	19	248
BADAJOZ	J1	484	64	548
	J2	867	90	957
	J3	647	162	809
	J4	121	335	456
	J5	314	11	325
	J6	34	93	127

El modo de transporte más utilizado para acceder al campus de Cáceres y Badajoz es el automóvil. A excepción del sector J4, en el que el autobús es el modo más utilizado con un 44%, muy parecido al automóvil con un 37%, esto puede deberse a la proximidad de este sector con el hospital Infanta Cristina, teniendo este gran accesibilidad en autobús desde distintos puntos de la ciudad. Destacar que en el campus de Badajoz en el sector J6 el modo de transporte más usado es caminando, se trata de un hecho aislado ya que este sector está dentro de la ciudad y esto facilita bastante su acceso a pie, aun así, le sigue con el 30% el automóvil. Por tanto, se determina que el modo preferente de acceso es el automóvil, siendo su uso desigual entre los diferentes sectores.

Con los datos del número de desplazamientos diarios en coche, extrapólandolos al conjunto de la población se puede analizar el número de vehículos que estacionan diariamente por sectores, en periodos diarios de mañana y de tarde, en los campus de Cáceres y Badajoz. A partir de los datos de ocupación diaria se puede calcular la ocupación media semanal dividida en mañana y tarde, junto a la ocupación media diaria como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Ocupación media diaria y semanal por sectores, mañana y tarde.

CAMPUS	SECTOR	OCUPACIÓN MEDIA		OCUPACIÓN MEDIA DIARIA
		MAÑANA	TARDE	
CÁCERES	G1	424	313	369
	G2	265	129	197
	G3	1227	427	827
	G4	628	246	437
	G5	299	68	184
BADAJOZ	J1	339	284	312
	J2	867	583	725
	J3	575	212	394
	J4	315	88	202
	J5	206	38	122
	J6	79	50	65

Conocido el número de vehículos que estacionan a diario en los diferentes sectores de los campus, en los periodos de mañana y de tarde y suponiendo que lo hagan de manera simultánea en las plazas de aparcamiento ofertadas, se puede obtener el porcentaje de ocupación de aparcamiento diario (Tabla 6), obteniendo de esta manera una clara visión de las capacidades de aparcamiento de cada uno de los sectores.

# Oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus de la UEX

Tabla 6. Porcentaje de ocupación media diaria por sectores en horario de mañana y tarde sobre las plazas legales y sobre el total de plazas disponibles.

CAMPUS	SECTOR	APARCAMIENTOS LEGALES			TOTAL DE APARCAMIENTOS		
		MAÑANA	TARDE	DIARIO	MAÑANA	TARDE	DIARIO
CÁCERES	G1	130%	96%	113%	86%	64%	75%
	G2	76%	37%	57%	73%	36%	55%
	G3	203%	71%	137%	176%	61%	119%
	G4	117%	46%	82%	101%	40%	71%
	G5	130%	30%	80%	121%	27%	74%
BADAJOZ	J1	70%	59%	65%	62%	52%	57%
	J2	100%	67%	84%	91%	61%	76%
	J3	89%	33%	61%	71%	26%	49%
	J4	260%	72%	166%	69%	19%	44%
	J5	66%	12%	39%	63%	12%	38%
	J6	233%	146%	190%	62%	39%	51%

En los datos de ocupación atendiendo a las plazas de aparcamientos legales, se puede observar que existen ciertos sectores en los cuales no hay problemas para estacionar, destacando por encima del resto el sector "J5" del campus de Badajoz, que corresponde a la Escuela de Ingenierías Agrarias. Esta presenta una ocupación media diaria del 39%, debido a estar situada en un emplazamiento distinto al propio campus, los aparcamientos existentes son íntegramente para sus usuarios.

Por otro lado, existen varios sectores en los cuales la ocupación supera la oferta de aparcamiento, en el campus cacereño los sectores G1 (Escuela Politécnica) y G3 (Facultad de Derecho, Biblioteca Central, Facultad de

Filosofía y Letras y Facultad de Formación del Profesorado). Los problemas del sector G3 principalmente se deben al gran número de población que agrupa lo que hace que se vea desbordado a diario.

En el campus de Badajoz destacan los sectores J4 (Facultad de Medicina) y J6 (Facultad de Biblioteconomía y Documentación). En el sector J6, los problemas de estacionamientos vienen a raíz del problema existente por la orografía, que limita la construcción de zonas destinadas a dicho uso, por ello el modo de acceso más utilizado es caminando superando al automóvil, aunque estos problemas se solventan en gran medida como se citó anteriormente por la existencia de un parking público cercano que es utilizado por los usuarios

de este centro. Por el contrario, en el sector J4 la proximidad con el hospital Infanta Cristina puede favorecer esta saturación del aparcamiento debido a que usuarios del hospital utilicen plazas pertenecientes al propio sector.

La mayoría de los problemas para estacionar son por la mañana, debido a los horarios lectivos, apreciándose un gran descenso en la ocupación por las tardes, como se puede comprobar en los sectores G1, G3, G4 y G5 del campus cacereño y J2, J4 y J6 en el campus pacense.

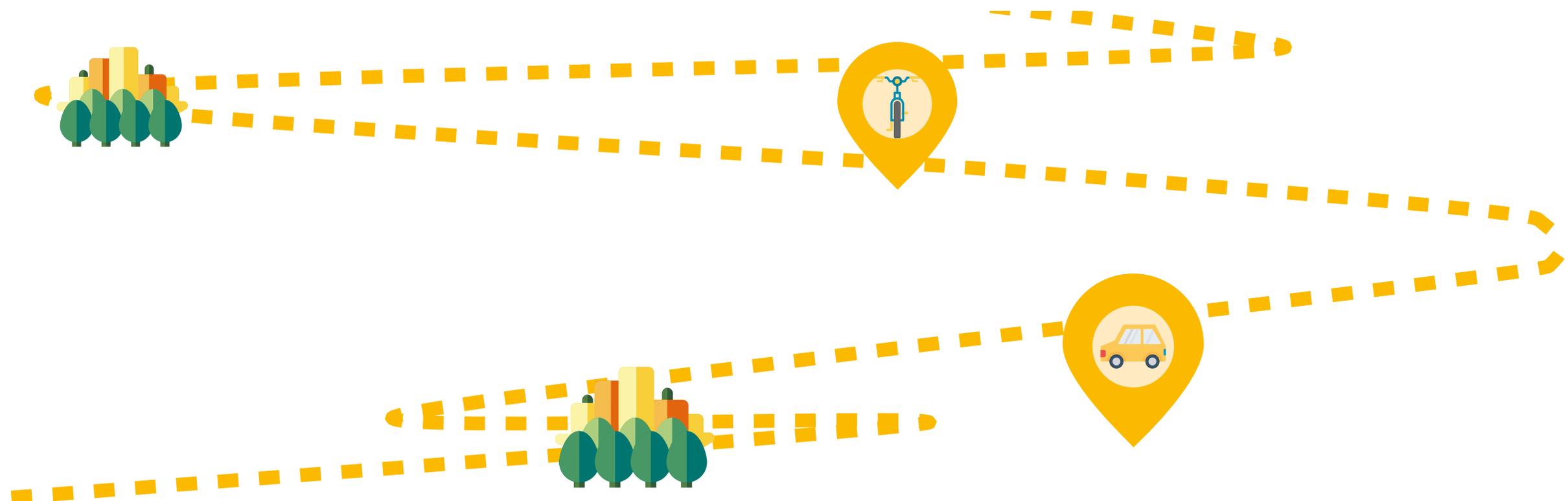
Atendiendo al total de aparcamientos (Legales + Ilegales), lógicamente se observa que el nivel de ocupación se reduce sobre todo en los sectores donde existían los problemas de estacionamiento, salvo en los sectores G3, G4 y G5 del campus cacereño. En el sector G3 existe un tamaño de población demasiado grande para el total de aparcamientos disponible, ya que este sector tiene una población cercana a los 4500 usuarios que representa el 50% aproximadamente del campus cacereño. El sector G5, presenta una alta

ocupación por las mañanas debido a los horarios lectivos que concentra en este periodo a muchos usuarios y es un sector en el cual no hay espacio físico para el aparcamiento ilegal.

## 3. Conclusiones

A pesar de la gran superficie destinada a aparcamientos, existiendo 23.975 m<sup>2</sup> en el campus de Cáceres y 28.410 m<sup>2</sup> en el de Badajoz, ésta se muestra insuficiente y plantea problemas de aparcamiento.

Se aprecian excesivas ocupaciones de los aparcamientos en ambos campus, sobre todo en el periodo matinal, coincidiendo con la mayor carga de clases impartidas. Hecho que provoca la saturación de los aparcamientos en los distintos centros como pueden ser la Escuela Politécnica incluida en el sector G1 o la Facultad de Medicina perteneciente al sector J4.



# 6

## Percepción de la movilidad en el contexto universitario

**José Manuel Pérez Pintor** | Departamento de Arte y Ciencias del Territorio. Universidad de Extremadura  
[jmperpin@unex.es](mailto:jmperpin@unex.es)

**Montaña Jiménez Espada** | Departamento de Construcción. Universidad de Extremadura  
[mjespada@unex.es](mailto:mjespada@unex.es)

En los últimos años, se observa un interés creciente por el estudio de los problemas específicos de movilidad y accesibilidad en los ámbitos urbanos, como resultado del incremento exponencial de los mismos, fundamentalmente como consecuencia del aumento sustancial del parque automovilístico (se estima que en la próxima década 6 de cada 10 habitantes del mundo residan en ciudades<sup>1</sup>). Con este escenario de partida, por tanto, dotar de movilidad a la población, compatibilizándola con la preservación del medio ambiente se ha convertido en un reto de difícil solución. En gran número de poblaciones, el incremento constante de la movilidad ha producido ciertos desordenes circulatorios, problemas de aparcamiento, ruido y contaminación, lo que genera efectos negativos sobre la calidad de vida del ciudadano. Los patrones actuales de movilidad se caracterizan por un creciente uso del vehículo privado en detrimento de sistemas de transporte más sostenibles (caminar, bicicleta y transporte público colectivo). Según el último informe

publicado por el Banco Mundial sobre la situación de la movilidad en los diferentes países “Global Mobility Report 2017”, aún persisten una serie de limitaciones desde el punto de vista del acceso a los diferentes tipos de transporte, independiente del estrato económico y social. Así mismo queda pendiente mejorar la eficiencia, la seguridad y avanzar hacia un modelo de movilidad más ecológico o sostenible.

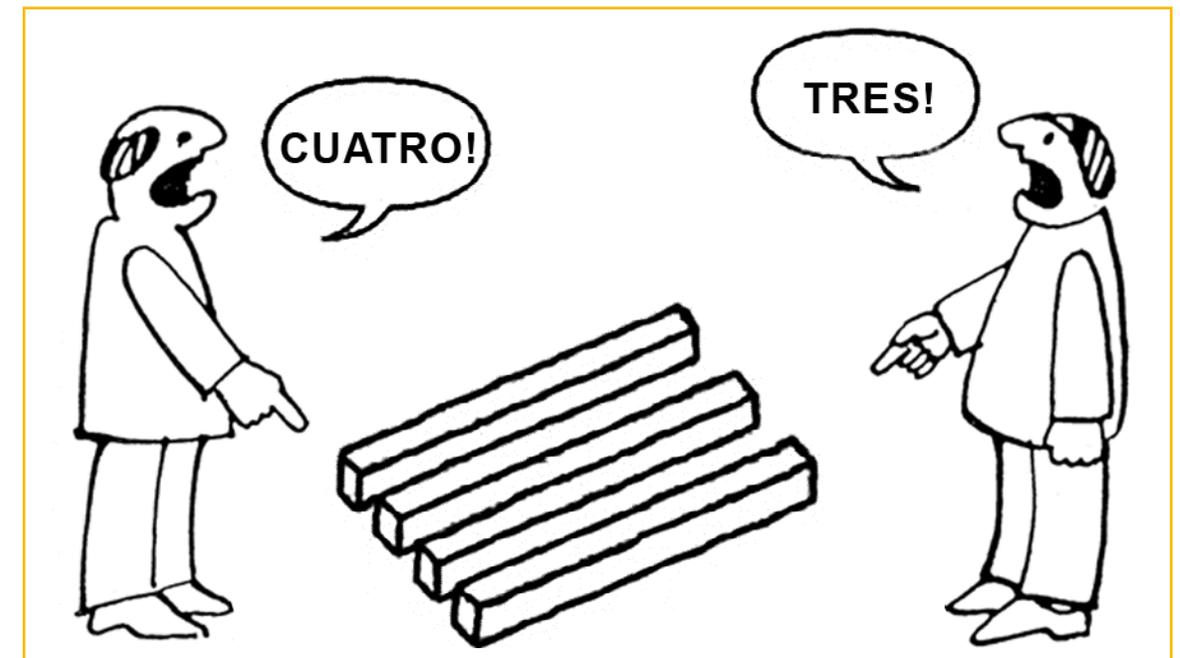
En ese sentido, los “Planes de Movilidad” se presentan como un instrumento verdaderamente útil que permiten al gestor organizar el tráfico de un modo más conveniente, así como establecer una ordenación urbanística más razonable. Dentro de las acciones encaminadas a la mejora de las condiciones de movilidad en las ciudades se encuentran: 1) la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles priorizando la reducción del transporte individual en beneficio de los sistemas colectivos y otros modos no

<sup>1</sup> Fondo Monetario Internacional (FMI), 2017.

motorizados, 2) abordar de manera integral todos los aspectos relacionados con la movilidad, a saber: tráfico, aparcamiento, transporte público y movilidad blanda referida a usuarios vulnerables (peatones y ciclistas).

Al objeto de conocer detalladamente cómo se producen los diferentes movimientos que generan los desplazamientos cada vez más numerosos en un área de estudio concreta se opta por realizar evaluaciones basadas en encuestas (Miralles-Guasch, 2011). No obstante, se ha detectado que la mayoría de las investigaciones que se efectúan de forma habitual facilitan información relativa al comportamiento del usuario (Gutiérrez et al., 2017; Klinger et al., 2013), no así, las intenciones o la percepción que podría tener el mismo en relación a la posibilidad de un cambio de modo de transporte que limite el excesivo uso del vehículo privado. Debido a estos condicionantes resulta preferible conocer el punto de vista del usuario ante posibles cambios que puedan introducirse en su forma de desplazamiento habitual y al objeto de llevar a cabo este planteamiento se desarrolla un estudio de percepción (Espluga et al., 2008).

La percepción puede considerarse uno de los factores más importantes que influyen en el comportamiento de los individuos dado que se trata de la imagen mental que se forma con ayuda de la “experiencia” y las “necesidades de las personas”. Consiste en el resultado de un proceso de: selección, organización e interpretación. En ese sentido, la percepción de una persona es subjetiva, selectiva y temporal, variando las reacciones a un mismo estímulo de un individuo a otro, dependiendo de sus necesidades en ese momento o de sus experiencias (Figura 1). Una persona no puede percibir todo al mismo tiempo y selecciona su campo perceptual en función de lo que desea percibir, por tanto se considera un fenómeno a corto plazo. El proceso de percepción evoluciona a medida que se enriquecen las experiencias, o varían las necesidades y motivaciones.



**Figura 1.** La percepción de cada persona frente a un mismo estímulo puede ser diferente.  
Fuente: Tecnoweb.

La encuesta relativa a la percepción de la movilidad en el Campus de Cáceres se ha puesto en funcionamiento con el objetivo de completar la información existente en materia de movilidad universitaria, detectar cuáles pueden ser los aspectos que preocupan al usuario y conocer cómo se perciben los cambios y mejoras en accesibilidad, precio del billete de transporte público, etc.

Esta encuesta resulta ser además el primer estudio de movilidad realizado a escala universitaria en la región y permite conocer a grandes rasgos los patrones de desplazamiento de los usuarios: desde dónde y hacia dónde se desplazan, con qué frecuencia, en qué tipo de transporte y por qué motivo, así como, que sucedería (reacción del usuario) si se realizaran modificaciones o cambios en dichas pautas. Por tanto, se demuestra que la percepción de la movilidad es un elemento básico a la hora de conocer el comportamiento de un usuario ante una nueva oferta de transporte alternativo.

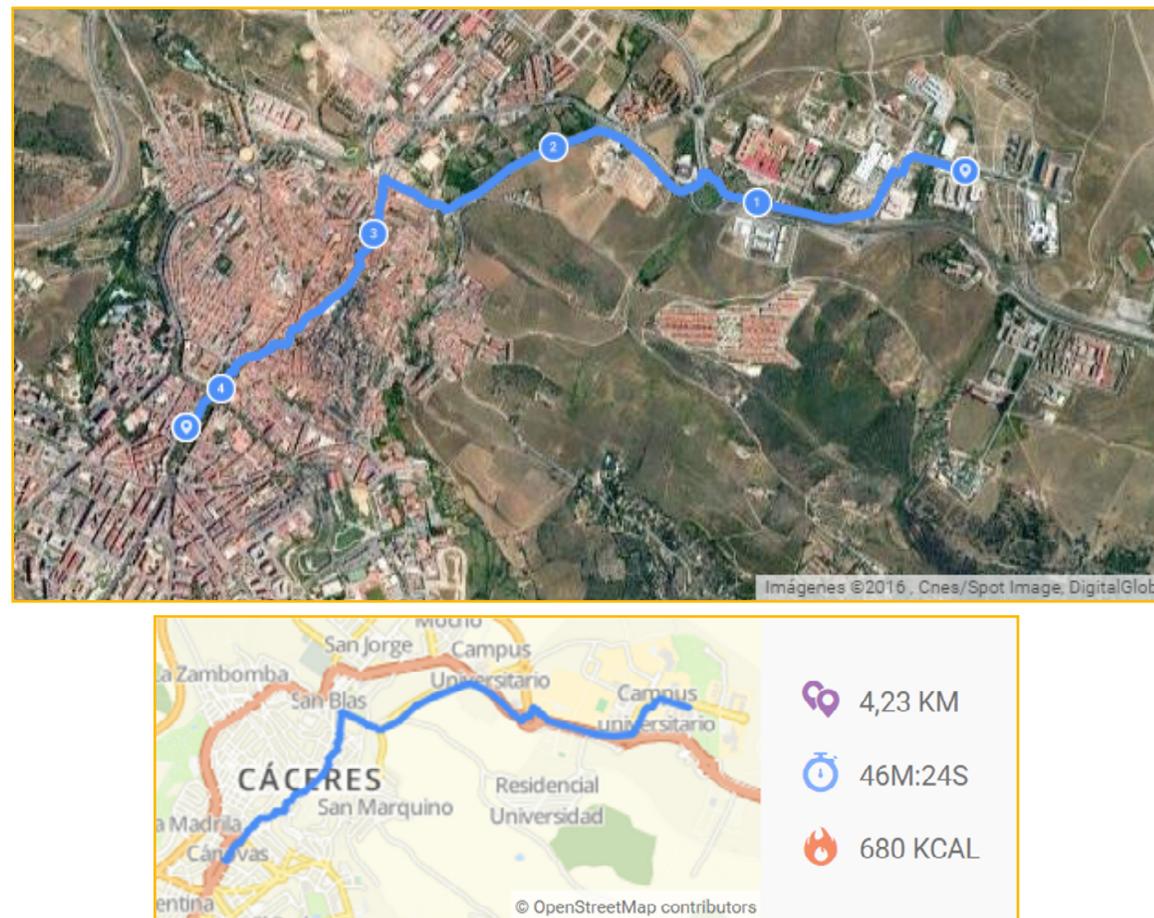


Figura 2. Itinerario a pie más corto entre el centro urbano de Cáceres (Avda. de España) y el Campus.

El objeto del presente estudio consiste en analizar la percepción de la movilidad que posee un usuario que se desplaza de forma habitual por motivos de estudio y/o trabajo al campus de Cáceres de la Universidad de Extremadura localizado a más de 4 km del centro urbano de la ciudad de Cáceres (Figura 2). Las encuestas que se realizan normalmente a la población en relación con la utilización de diferentes modos de transporte público colectivo ponen de manifiesto o indican el comportamiento del usuario, pero no sus intenciones respecto a la posibilidad de un cambio de medio de transporte basado en criterios de sostenibilidad ambiental.

En este trabajo se desarrollan encuestas de preferencias declaradas al objeto de obtener información de las personas que se trasladan diariamente a dicho campus sobre opciones de elección del usuario ante posibles cambios futuros en las infraestructuras (construcción de nuevos aparcamientos, carriles bici), cambios en las líneas de transporte urbano, modificación de tarifas existentes, etc.

Esta operación de consulta de los desplazamientos de los diferentes colectivos que conforman la comunidad universitaria, se convierte en la herramienta básica de la gestión de la movilidad de la Universidad de Extremadura. Permite conocer los hábitos y perfiles de movilidad y genera reflexión sobre los déficits y políticas a llevar a cabo. La encuesta tiene por objetivo obtener información sobre la movilidad del Campus: desde donde llegan los usuarios, cuáles son sus características, percepciones y necesidades, con qué modos de transporte acceden, qué títulos de transporte utilizan, cuánto tardan, cómo valoran la oferta, etc.

La percepción de la movilidad es un elemento por tanto difícil de cuantificar atendiendo a las diferentes necesidades y preferencias de las personas en función de su experiencia y realidad cotidiana. De tal manera que al plantear la cuestión relativa al gasto mensual estimado derivado de los desplazamientos al campus universitario de Cáceres (Figura 3), las personas que diariamente utilizan el vehículo particular presentaban claras dificultades para cuantificar este coste, ya que la utilización del vehículo no se circunscribe exclusivamente para los desplazamientos al campus.

Al margen de la disyuntiva anteriormente señalada, se observa como los encuestados que utilizan el vehículo privado en comparación con los usuarios del autobús urbano presentan un coste mensual superior. De este modo, el 54% de las personas que emplean el vehículo particular manifiestan tener un gasto medio mensual superior a 30 euros, frente al 32% de los que se desplazan en transporte público e indican esta misma realidad. En este

sentido, la mayoría de los usuarios del modo de transporte público muestran los costes de desplazamientos más reducidos. El 68% declara tener un coste inferior a 30 €, descendiendo esta cifra hasta un 46% cuando se trata de los encuestados que se desplazan en vehículo privado.

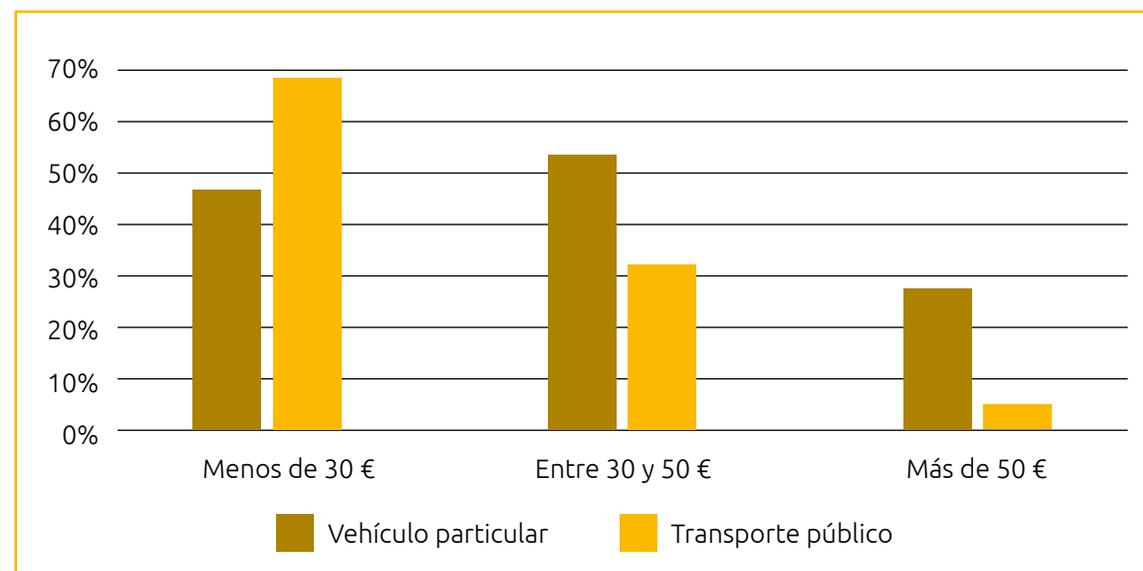


Figura 3. Gasto mensual estimado en función del modo de transporte utilizado.

## 1. Percepción de los usuarios del vehículo privado

Considerando que el medio de transporte más utilizado de manera cotidiana por las personas que acceden al campus universitario de Cáceres, es el vehículo particular (58%), se plantea la necesidad de revelar la percepción sobre determinados factores de interés en el ámbito de la movilidad tales como: la duración del trayecto, la dificultad de acceso al campus, la disponibilidad de aparcamientos, los costes derivados del uso de aparcamientos regulados, etc.

2 La empresa concesionaria del servicio de transporte urbano de Cáceres, oferta un abono mensual con un coste de 27 € que permite la utilización de las diferentes líneas de transporte urbano de la ciudad de manera ilimitada.

En este sentido, respecto al tiempo invertido diariamente para cubrir la distancia existente entre el lugar de residencia y el campus (Figura 4), los usuarios de vehículo particular indican preferentemente un tiempo de acceso inferior a 15 minutos (48% de los usuarios de vehículo particular) siendo el siguiente grupo más representativo el correspondiente a todas aquellas personas que tardan en realizar dicho trayecto entre 15 y 20 minutos (24%). En el extremo opuesto se encuentran todos aquellos encuestados para los que acceder al campus supone destinar en función de los intervalos de tiempo establecidos, más de 20 o 30 minutos, respectivamente (28%).

El resultado obtenido muestra una prevalencia de los tiempos inferiores a 20 minutos, a pesar de la localización periférica de la infraestructura universitaria con relación a la ubicación del centro urbano de la ciudad de Cáceres, condicionada fundamentalmente por el tamaño medio del municipio (<100.000 habitantes), lo que minimiza las distancias a recorrer entre las diferentes zonas de la ciudad.

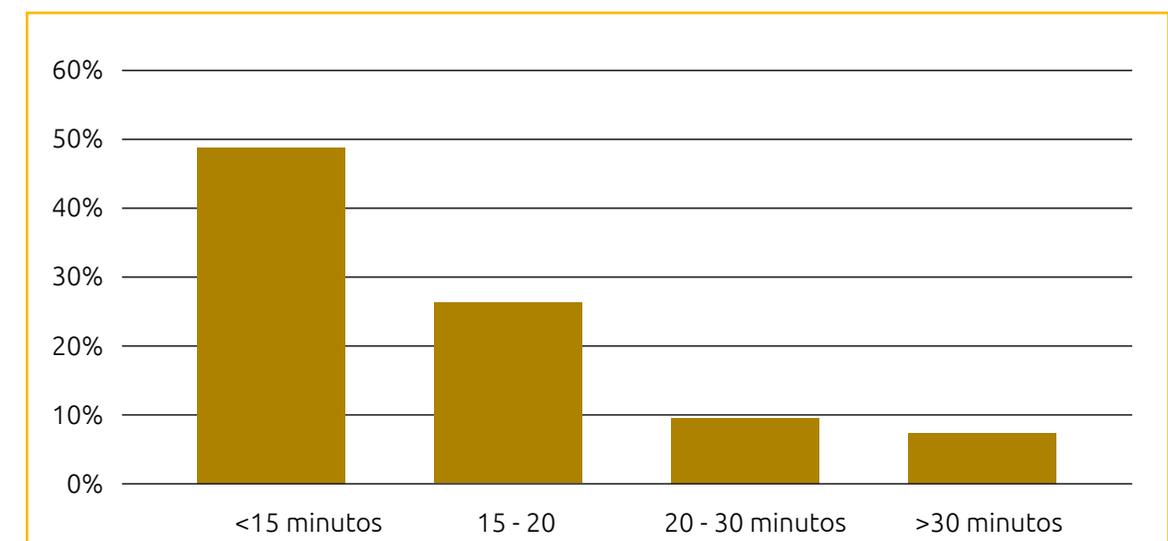


Figura 4. Duración estimada del desplazamiento entre el lugar de residencia y el campus universitario.

En concordancia con la cuestión anterior se complementa la información sobre la percepción de la duración del desplazamiento atendiendo a la consideración de la situación del tráfico. Como puede observarse en la Figura 5, el porcentaje proporcionalmente más elevado de encuestados considera que el volumen de vehículos presente en sus recorridos cotidianos desde sus domicilios hasta las instalaciones universitarias de Cáceres es moderado (36,6%) o fluido (27,8%). Mientras que para un 26% de estas personas la circulación existente se percibe como densa (22%) o muy densa (4%).

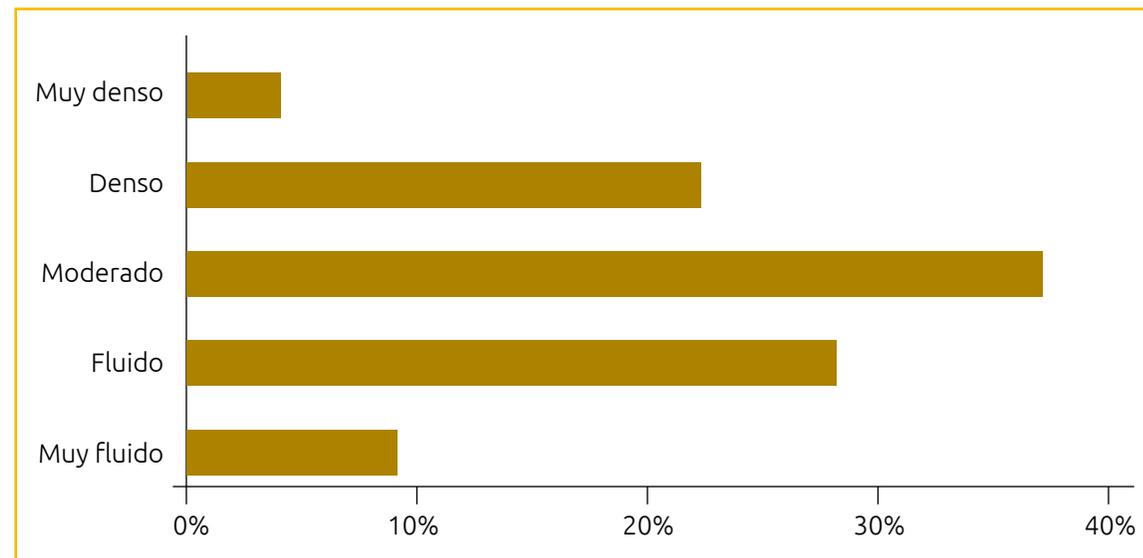


Figura 5. Grado de fluidez del tráfico percibida en el recorrido de acceso al campus.

Ante estas circunstancias y considerando que la mayoría de los encuestados indican un tiempo máximo de desplazamiento inferior a 15 minutos, se revela que el acceso al campus no presenta problemáticas destacadas desde el punto de vista del tránsito de vehículos, al margen de incidencias menores de carácter puntual que ralentizan la fluidez del tráfico. Entre ellas puede destacarse la derivada de la parada del autobús urbano en mitad de la calzada para dejar usuarios ante la imposibilidad de apartarse por la presencia de vehículos estacionados, impidiendo el tránsito del resto de vehículos eventualmente.

La utilización masiva del vehículo privado deriva en un aumento considerable de los costes económicos y medioambientales, como se indica en el apartado de este trabajo dedicado al análisis y estimación de los mismos en función de la movilidad de la población vinculada a la Universidad de Extremadura.

Actualmente en España la ocupación media por vehículo se estima en 1,2 personas, lo que indica que en la mayoría de los desplazamientos un único usuario ocupa el vehículo. El grado de ocupación del coche en el caso del campus cacereño coincide con esta realidad (Figura 6), de tal forma que el 56,9% de las personas que utilizan el vehículo privado indican que realizan estos desplazamientos como ocupantes únicos del automóvil. En este sentido se obtiene a su vez que el 43,1% restante se desplaza acompañado al menos por otra persona o más. Los índices de ocupación más eficientes desde el punto de vista del número de viajeros por vehículo, es decir, desplazamientos con al menos tres personas por automóvil arrojan porcentajes en definitiva bastante mermados en comparación con los anteriores. Solo el 12,5% de los encuestados viajan junto con otras dos personas (3 ocupantes), cuatro en total un 9,2% y solo se alcanzan las cotas más elevadas en el 1,5% de los casos (5 ocupantes).

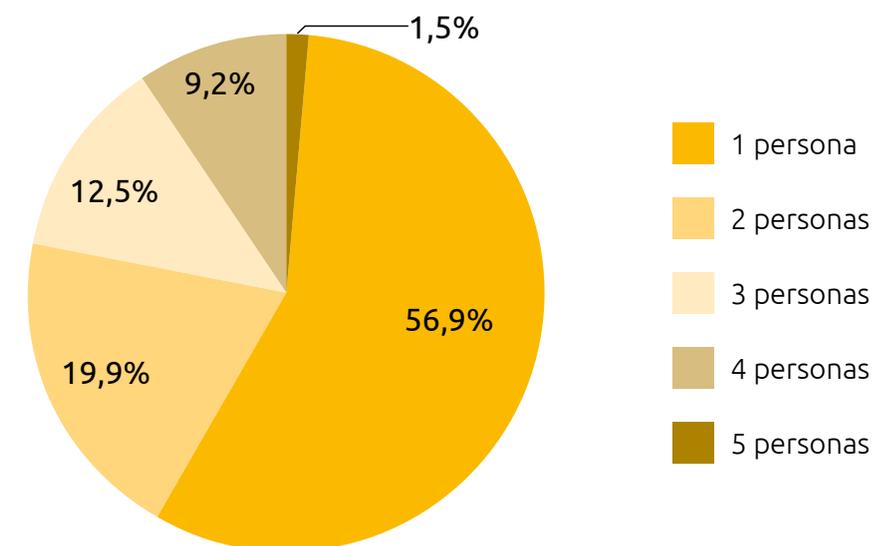


Figura 6. Grado de ocupación del vehículo.

Compartir vehículo en los desplazamientos, ya sea por motivos de ocio o trabajo, se ha convertido en una de las opciones más recomendables en la senda de la mejora de la movilidad y en definitiva de la sostenibilidad de la misma. La puesta en práctica de esta acción supone una serie de ventajas de tipo económico, medioambiental y en definitiva de mejora de la calidad de vida de la población, en una sociedad caracterizada por un uso intensivo del vehículo particular con un grado de ocupación significativamente bajo. Entre las ventajas de tipo económico cabe destacar la reducción de los costes derivados de los desplazamientos, como son: los gastos de combustible, las diferentes cuotas de estacionamiento (parking regulado, zona azul, etc.), así como los desembolsos vinculados al mantenimiento del propio vehículo por el desgaste de utilización. En el ámbito medioambiental supone una reducción de las emisiones de CO (uno de los principales contaminantes) y la disminución de las cotas de ruido derivadas del tráfico de vehículos. Todo ello supone un aumento del bienestar global de la ciudadanía en su conjunto, ya que se reduce el número de vehículos en desplazamiento diario y las molestias anexas a esta realidad, lo que se denominan técnicamente externalidades (contaminación, ruidos, accidentalidad, etc.), así como para las personas que realizan estos desplazamientos (reducción de atascos, mayor disponibilidad de aparcamientos, descenso de costes económicos, mejoras de salud –fatiga, estrés–, etc.).

En este contexto, el planteamiento sobre la posibilidad de compartir vehículo por parte de las personas que acuden al campus cacereño en coche (Figura 7), permite verificar que a priori la mayoría de estas personas muestran disponibilidad a compartir vehículo en sus desplazamientos a las instalaciones universitarias (84,1%). El volumen de personas que se manifiestan contrarias a participar en este tipo de iniciativas dirigidas a alcanzar un patrón de movilidad más sostenible se reduce a un 15,9% de los encuestados.

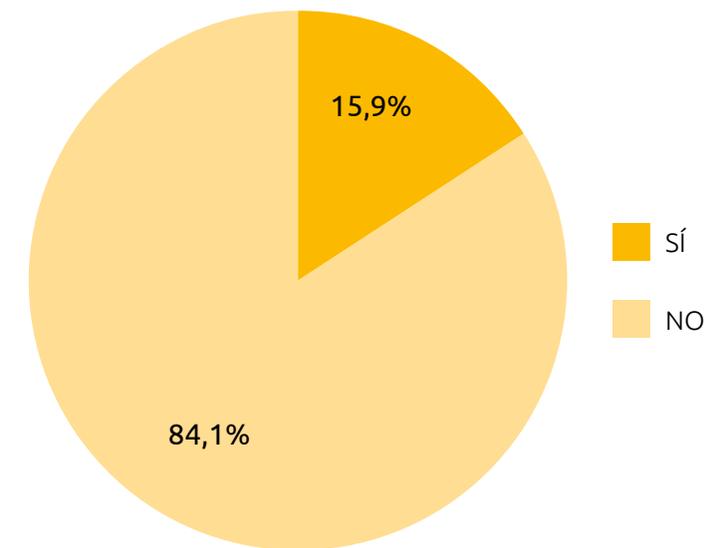


Figura 7. Pregunta sobre la disposición a compartir vehículo en los desplazamientos realizados al campus.

Un elemento destacado en la esfera de la movilidad estrechamente vinculado al aumento paulatino de la utilización cotidiana del vehículo privado, es sin duda, la disponibilidad y sobretodo el acceso a las infraestructuras de aparcamiento localizadas en el entorno de los diferentes equipamientos y dotaciones que acogen habitualmente a un número significativo de personas, como es el caso de los campus universitarios. Estos factores de disponibilidad y acceso a un lugar donde aparcar son en la mayoría de las ocasiones los condicionantes principales a la hora de elegir un modo u otro de desplazamiento.



Figura 8. Zonas de aparcamiento localizadas en el Campus Universitario de Cáceres.

De tal manera que, en aquellos casos en los que existe una clara facilidad de acceso a este tipo de infraestructuras y un número de plazas disponibles superior a la demanda existente se incrementa exponencialmente el número de personas que se decantan por la utilización del vehículo privado en los desplazamientos entre su lugar de residencia y el espacio donde se desarrolla la actividad laboral.

En el campus de Cáceres, la percepción mostrada por los usuarios encuestados que utilizan con frecuencia el vehículo privado en relación con el número de plazas de aparcamientos disponibles en función de la demanda actual (Figura 9), pone de manifiesto que existe una oferta de este tipo de infraestructuras adecuado desde su punto de vista. En concreto, para el 58,6% de estas personas el número de plazas de aparcamiento disponibles es suficiente, mientras que aquellos que opinan lo contrario se queda en un 41,4%.

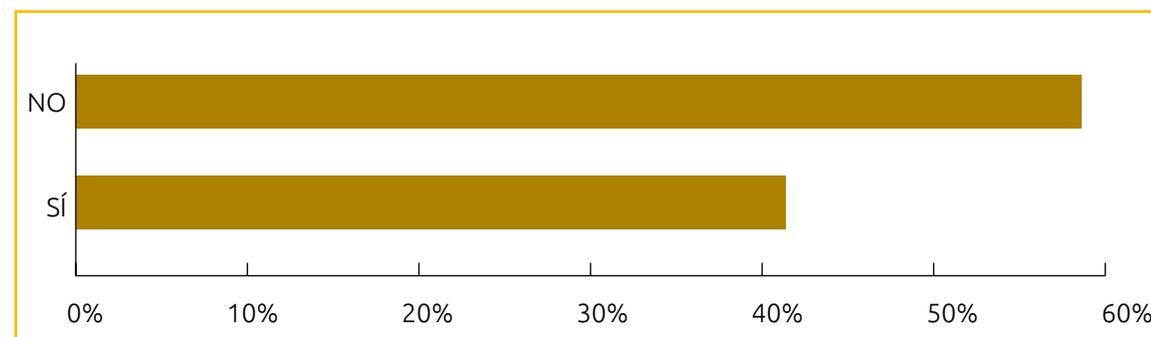


Figura 9. Percepción sobre la disponibilidad de plazas de aparcamiento.

Como ya se ha indicado a lo largo de este trabajo en diferentes ocasiones, hoy en día la elección del vehículo privado como modo de transporte es la primera opción para la mayor parte de la ciudadanía, jugando un papel destacado en esta preferencia sobre el uso de otros tipos de transporte la disponibilidad y el acceso a las infraestructuras de aparcamiento en el lugar de destino.

Ante esta realidad, para racionalizar el uso masivo del vehículo privado que accede a diario a los diferentes espacios que atraen un volumen de tráfico numeroso, como son los campus universitarios, se utilizan diferentes medidas encaminadas a desincentivar este modo de desplazamiento en favor de otros más sostenibles. Entre las medidas más utilizadas por las diferentes administraciones públicas se encuentran aquellas dirigidas a limitar y gravar desde un punto de vista impositivo, es decir, con un coste económico asociado la utilización de las infraestructuras de aparcamiento disponibles, al considerarlas los instrumentos más eficaces, a la hora de conseguir la transformación del patrón de movilidad actual en el que los vehículos privados acogen el mayor volumen de los desplazamientos. Así pues, de entre estas medidas anteriormente mencionadas, el establecimiento de zonas de estacionamiento limitado denominadas como “zona azul”, en las que se permite aparcar durante un tiempo limitado con una tarifa asociada en función del tiempo es la más frecuente. Evidentemente la finalidad de la puesta en marcha de medidas de este tipo no es recaudatoria, sino enfocada a promover preferentemente la utilización de los transportes públicos y en definitiva de la movilidad sostenible.

En el campus de Cáceres en la actualidad no existe ninguna zona de aparcamiento regulada y la oferta existente es totalmente gratuita para las personas que acceden al mismo. De tal manera que si preguntamos a los usuarios habituales de estas infraestructuras (estudiantes, PDI, PAS, etc.), sobre cuanto estarían dispuestos a pagar diariamente por hacer uso de las plazas de aparcamiento (Figura 10), se observa como la mayoría de estas personas no están dispuestas a asumir un coste económico derivado de la utilización de las plazas de aparcamiento localizadas en el campus.

Solo el 10,1% de los encuestados que se desplazan en coche estarían dispuestos a pagar por el uso diario de los aparcamientos, mientras que el 89,9% restante, se muestra en desacuerdo con esta medida que supondría un

mayor coste económico para sus desplazamientos. Así mismo, el 80% de las personas que han indicado su conformidad con tener que afrontar un coste económico por aparcar en el campus (solo uno de cada diez encuestados que se desplazan en coche han hecho referencia a esta opción), señalan que estarían dispuestos a pagar una tarifa máxima de 1 € al día.

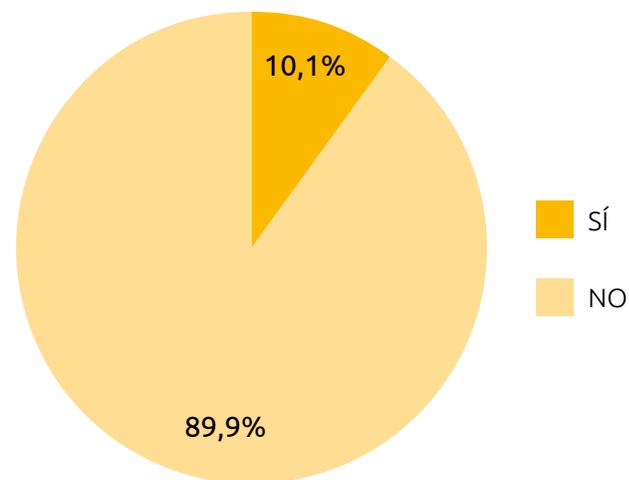


Figura 10. Valoración en relación con el coste por la utilización de las infraestructuras de aparcamiento.

En el ámbito de la percepción es importante evaluar en su conjunto el nivel de conocimiento que muestra la población con respecto a la sostenibilidad de los diferentes tipos de transporte. Se trata por tanto de revelar si realmente la población es consciente de la incidencia positiva o negativa derivada no solo sobre el medioambiente sino también sobre la propia salud en base al tipo de transporte utilizado.

En el caso del vehículo particular, los encuestados que utilizan este modo de transporte en sus desplazamientos habituales al campus universitario (Figura 11), representan el cupo más numeroso entre aquellos que consideran que se trata de un modo de desplazamiento poco sostenible (48,9%). No obstante, se observa también que un porcentaje bastante importante de

encuestados lo perciben como un modo sostenible (41%). Los porcentajes con menor representación se adscriben a aquellas personas que consideran al vehículo privado como un modo nada sostenible (6,2%), o muy sostenible (4%), respectivamente.

Los resultados obtenidos revelan que un número considerable de la población que accede a diario al campus utilizando el vehículo particular no percibe o no es inicialmente consciente de los problemas derivados de la utilización masiva del vehículo privado. Sin embargo, en base a los datos facilitados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) la contaminación atmosférica es responsable de unos siete millones de fallecimientos prematuros al año en el mundo. Entre las causas principales de esta situación que incide negativamente sobre la salud de la población se encuentran los gases derivados de la combustión de los vehículos (fundamentalmente CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>).

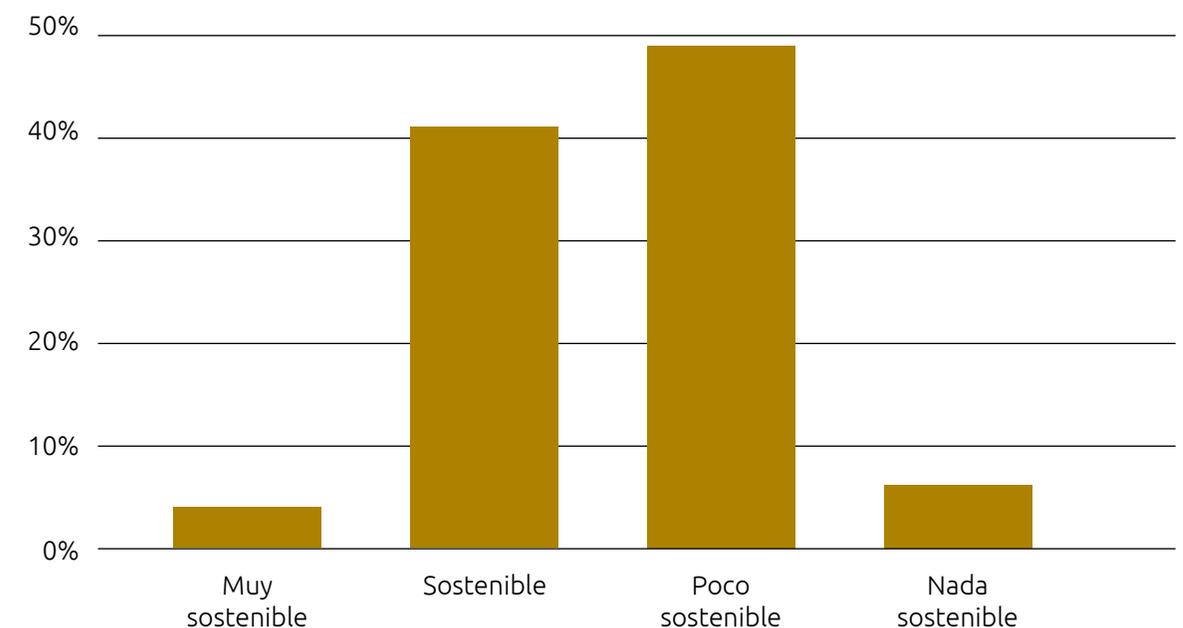


Figura 11. Calificación de la sostenibilidad según los usuarios habituales del vehículo privado.

## 2. Percepción de los usuarios del transporte público (autobús urbano)

La oferta de transporte público disponible en la ciudad de Cáceres se limita a una concesión administrativa municipal para la prestación del servicio de autobús urbano. En la actualidad el acceso al campus puede realizarse a través de dos líneas que conectan directamente el centro urbano con el propio campus (líneas Campus y Refuerzo Campus), o de manera indirecta a través de la línea 3, que conecta la ciudad con el Centro Penitenciario. Atendiendo a los datos anuales de demanda, las dos líneas principales han tenido durante el último año un total de 838.048 usuarios, de los cuales el 87% utilizaron la línea Campus y el 13% restante la línea de Refuerzo Campus.

Respecto a la percepción de los usuarios que acceden al campus universitario utilizando este tipo de transporte atendiendo a la duración del desplazamiento (Figura 12), se aprecia que más del 75% de los encuestados indican un tiempo máximo de 20 minutos. De tal manera que, solo 1 de cada 4 usuarios señala que la duración del desplazamiento en transporte público le suponga un tiempo superior a 20 minutos. En este sentido y de manera desagregada se revela que la mayoría de los usuarios se desplaza desde sus domicilios al campus en menos de 15 minutos (50,2%), y un 27,3% entre 15 y 20 minutos por trayecto. En el extremo opuesto aquellos encuestados que indican dedicar un mayor tiempo al desplazamiento (superior a 30 minutos), suponen en conjunto un porcentaje más reducido entorno al 10,1% de los encuestados.

La satisfacción del usuario de transporte público con el servicio prestado es esencial de cara a incrementar la demanda de este tipo de transporte, siendo necesario conocer la percepción que sobre el mismo tienen aquellas personas que lo utilizan habitualmente. En el caso concreto de la ciudad de Cáceres y a pesar de la renovación de gran parte de la flota de autobuses

que prestan el servicio a diario durante los años 2014 y 2015, las dos líneas que conectan directamente la ciudad y el campus han reducido el número de viajeros durante el último año en 74.376 personas, de las cuales 68.250 corresponden a la línea Campus y las 6.126 restantes a la denominada como Refuerzo Campus. Ante esta realidad en la que el transporte público ha perdido un número importante de usuarios a nivel local, cuando la finalidad de la movilidad sostenible está dirigida a incrementar la demanda de este tipo de servicios en detrimento del vehículo privado, es fundamental conocer la opinión de los usuarios en relación al servicio prestado en el caso de la rutas que conectan el centro de la ciudad y el campus cacereño para detectar las carencias existentes.

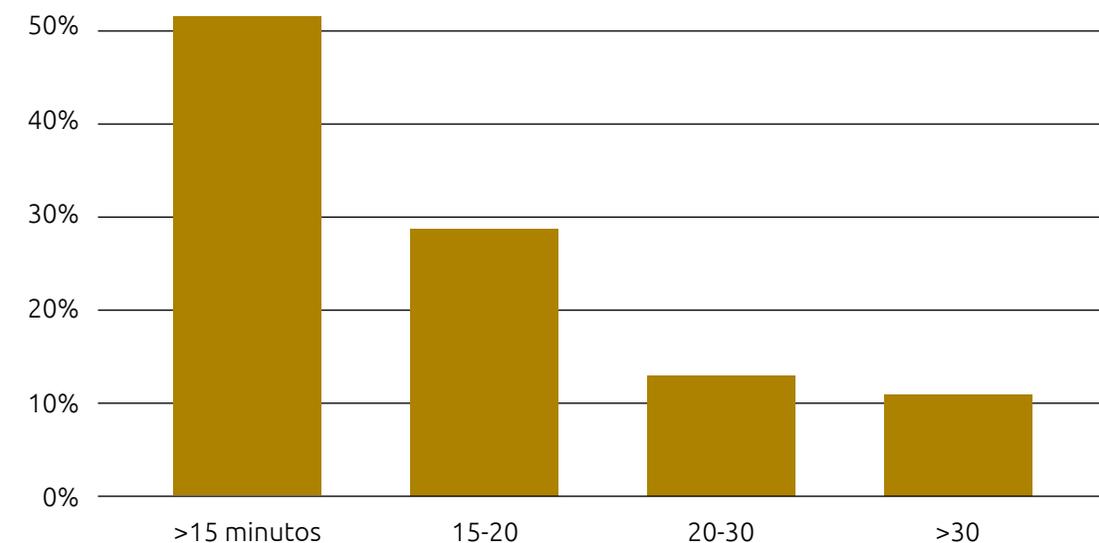


Figura 12. Estimación de la duración del desplazamiento según los usuarios de transporte público.

En líneas generales, a partir de los resultados obtenidos en relación a la satisfacción de los usuarios del servicio de autobuses urbanos (Figura 13), se contrasta que a pesar de la pérdida de usuarios acontecida el último año, el 56,6% de los encuestados se encuentra satisfecho con el servicio en las

condiciones actuales, e incluso un 7,7% dice estar muy satisfecho. En el extremo opuesto el número de usuarios que indica no estar satisfecho con el servicio de autobús urbano se sitúa en el 35,7%. De ellos, un 29,7% apunta una realidad poco satisfactoria y el 6% restante expresa su total desacuerdo con las condiciones en las que se presta el servicio de acceso al campus mediante transporte público (precio, rutas, horarios, frecuencia de paso, estado de los vehículos, etc.).

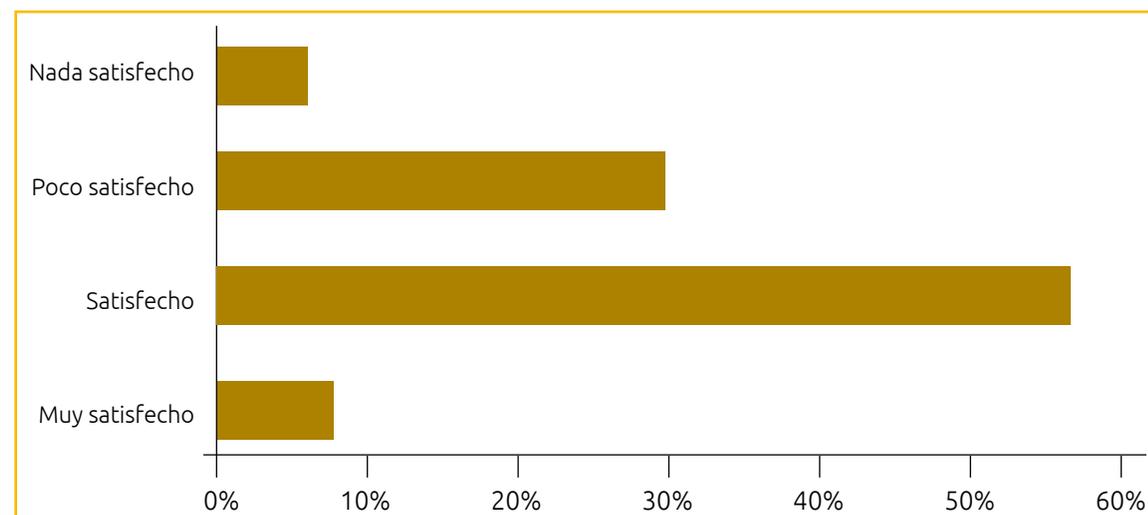


Figura 13. Grado satisfacción de los usuarios del servicio de transporte público.

Al igual que en el caso de las personas que utilizan el vehículo privado para desplazarse al campus, se ha interpelado a los usuarios del transporte público sobre el grado de sostenibilidad que entienden supone el autobús urbano atendiendo a la conservación medioambiental y la salud de la ciudadanía (Figura 14). Para estas personas y a diferencia de la realidad revelada en el caso de los usuarios del vehículo privado, tienen claro y perciben mayoritariamente que se trata de un medio de transporte sostenible o muy sostenible en comparación con otros (76,9%). En este contexto, menos de 1 de cada 4 usuarios del autobús urbano detalla que desde su punto de vista este tipo de transporte puede considerarse como poco o nada sostenible (23,1%).

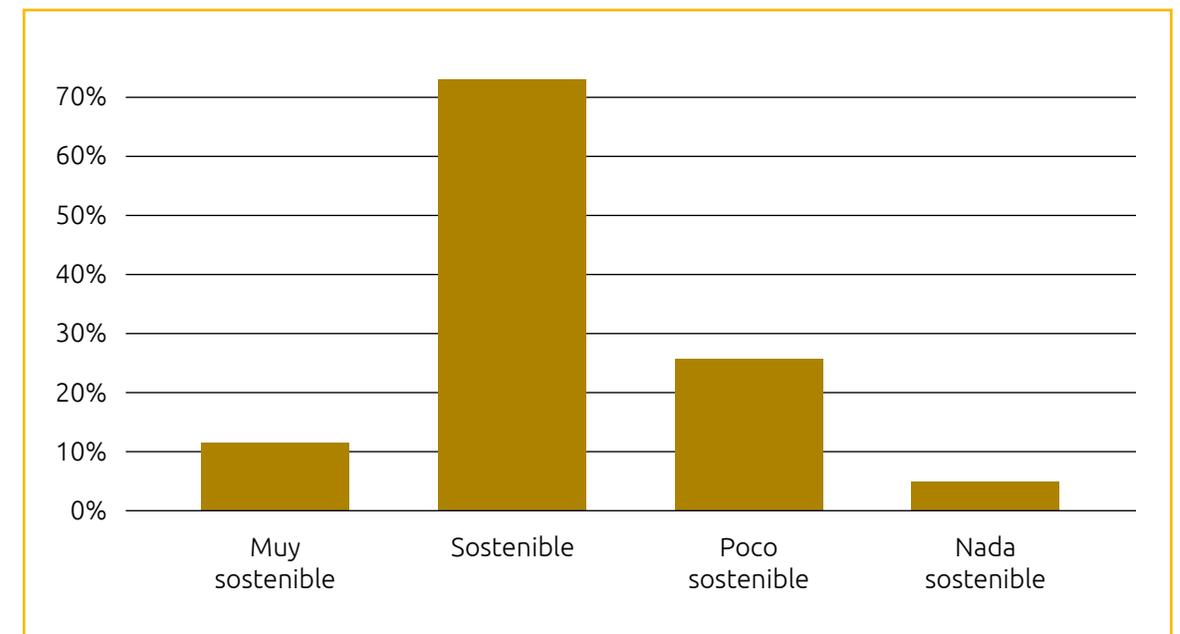


Figura 14. Calificación de la sostenibilidad según los usuarios del transporte público.

### 3. Percepción sobre el cambio de modelo de transporte habitual

Una vez analizada la percepción de los usuarios que acceden al campus universitario de Cáceres en vehículo privado y transporte público atendiendo a las diferentes cuestiones planteadas sobre los tiempos de desplazamiento, el coste de los mismos, la satisfacción respecto a las infraestructuras disponibles (accesos, aparcamientos, etc.) la prestación del servicio de autobús (rutas, horarios, frecuencias, etc.), así como la apreciación sobre la sostenibilidad del tipo de transporte empleado la última parte de este apartado del estudio se va a centrar en abordar una aproximación a las posibilidades de cambio en el uso del modo de transporte utilizado en los desplazamientos al campus en pro de una movilidad más sostenible en el entorno universitario.

La cuestión planteada por tanto se centra por tanto en evaluar si la población que compone la comunidad universitaria del campus cacereño (estudiantes, PDI, PAS, etc.), estaría dispuesta a cambiar el modo de transporte que utilizan habitualmente por otro independientemente del grado de sostenibilidad que suponga (Figura 15).

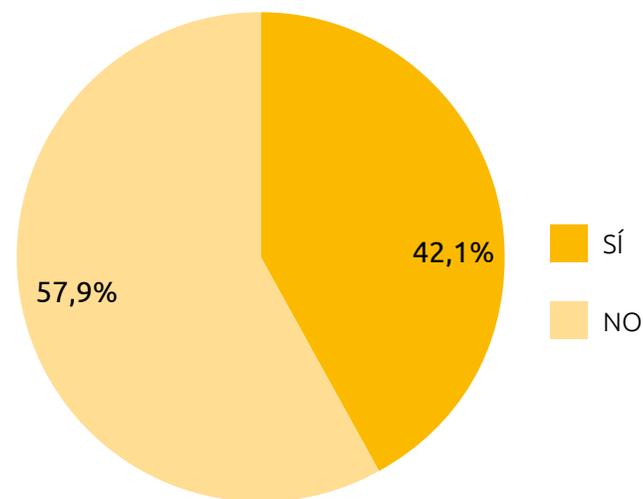


Figura 15. Pregunta relativa a la posibilidad de cambiar de modo de transporte habitual por otro más sostenible.

Los resultados obtenidos manifiestan claramente una perceptible disposición a cambiar el modo de transporte actual por otro, de tal manera que un 57,9% de los encuestados se muestra favorable a la cuestión planteada.

En este sentido, para poder conocer realmente si este cambio supone una mejora de la movilidad, es decir, un incremento de los modos más sostenibles, se propone una segunda cuestión específica para todos los encuestados que indicaron su disposición a cambiar el modo de transporte habitual. La pregunta planteada interroga por tanto a los encuestados sobre el modo de transporte al que estarían dispuestos a cambiar.

A tenor de los resultados obtenidos (Figura 16), se comprueba que paradójicamente la mayoría de personas dispuestas a cambiar el modo de

transporte que utilizan regularmente para desplazarse al campus lo harían hacia el vehículo privado (48,2%). A continuación, con un 30,2% se sitúan todos aquellos que dicen modificarían su modo actual y elegirían el transporte público. Y, por último, tenemos a aquellas personas cuya nueva opción de transporte sería otra diferente al vehículo particular o el transporte público, como son los desplazamientos andando o en bicicleta, entre otros (21,6%). No obstante y a pesar de ese trasvase de personas que cambiarían su modo actual por el vehículo privado, el contingente de aquellos que optarían por el transporte público y otros modos diferentes al vehículo privado, suponen en definitiva un aumento del volumen de personas que optarían por patrones de movilidad mucho más sostenibles (51,8%).

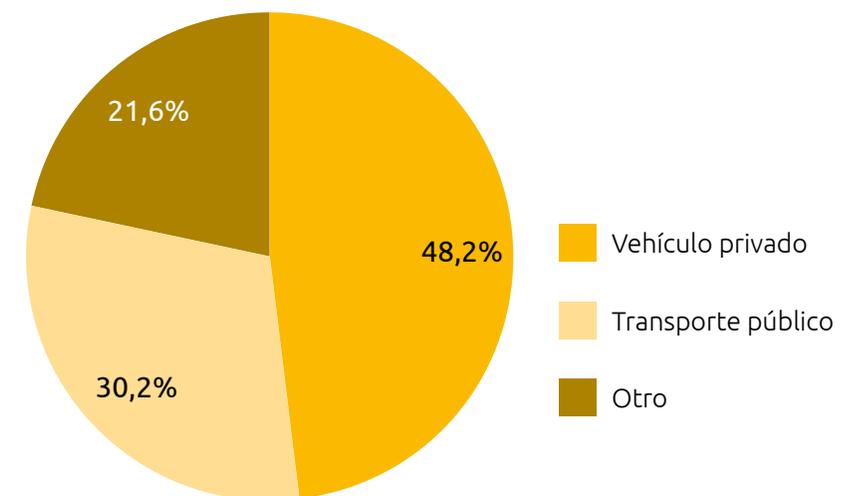


Figura 16. Cuestión relativa al modo de transporte al que estarían dispuestos a cambiar si tuvieran posibilidad.

Para poder explicar este escenario en el que un número cuantioso de encuestados estarían dispuestos a cambiar el transporte público por otros modos menos sostenibles, es necesario determinar cuáles son los principales motivos que hacen decantarse a todas a estas personas vinculadas con el campus por un determinado tipo de transporte u otro.

El análisis de los resultados derivados de la determinación de los motivos principales que condicionan la elección de un determinado tipo de transporte en los desplazamientos al campus de Cáceres (Tabla 1), permite descubrir las causas principales por las que un elevado porcentaje de los encuestados dicen cambiarían al uso del vehículo privado.

La preferencia del automóvil se explica si tenemos en cuenta los dos motivos señalados como prioritarios por la mayoría de los encuestados, como son en primer lugar la comodidad y en segundo lugar la rapidez del medio de transporte. En ambos casos, el vehículo privado es el medio más competitivo y por tanto es gran medida lo que explica el resultado obtenido al realizar la pregunta correspondiente al modo de transporte al que estas personas estarían dispuestas a cambiar.

**Tabla 1. Principal motivo para la elección de un determinado tipo de transporte en los desplazamientos al Campus.**

Motivo	Prioridad	Grado
Comodidad	1	Muy alto
Rapidez	2	Alto
Económico	3	Medio
Impacto Medioambiental	4	Bajo
No tengo otra opción	5	Muy bajo

Por otro lado, los motivos relacionados con el coste económico presentan un condicionamiento de tipo medio, esto se advierte básicamente en el desconocimiento real del coste que supone la utilización del vehículo privado y que quedó puesto de manifiesto en la pregunta correspondiente

al gasto resultante de los desplazamientos, en las que los usuarios del vehículo privado presentaban claras dificultades para estimar los gastos derivados de este hecho cotidiano. Por último debe destacarse la escasa importancia que muestran condicionantes como el impacto medioambiental y la percepción que en definitiva se tiene sobre esta problemática desde el punto de vista de la movilidad de la población, en la que se manifiesta la necesidad de abordar acciones encaminadas a la concienciación de la población en este sentido.

## 4. Conclusiones

Entre las principales conclusiones a destacar como resultado del estudio de la percepción de la movilidad de las personas vinculadas laboralmente o por motivos formativos con el Campus universitario de Cáceres, debe ponerse de manifiesto en primer lugar que el análisis realizado ha permitido identificar o revelar las intenciones o percepción de la comunidad universitaria sobre su comportamiento cotidiano, así como su modo de proceder ante posibles cambios, desde el punto de vista específico de la movilidad. En la mayoría de las ocasiones, este tipo de información complementaria de interés, queda enmascarada siguiendo el proceso metodológico tradicional característico de esta tipología de estudios dirigidos a revelar los patrones de movilidad cotidiana centrándose de manera predominante en el análisis e identificación de los desplazamientos.

El análisis en función del tipo de medio de transporte utilizado, desvela en el caso de los usuarios del vehículo privado la percepción mayoritaria de que el tiempo consumido en los desplazamientos cotidianos entre el lugar de residencia y el campus es muy reducido. Esto se explica básicamente en la facilidad de acceso a las diferentes instalaciones universitarias por

la red viaria actual, así como por la abundante disponibilidad de plazas de aparcamiento localizadas en los alrededores de las diversas facultades, centros de investigación e infraestructuras deportivas que acoge el campus cacereño. A esto se suma además la localización periférica del campus respecto al resto de la ciudad, derivando todo ello en una utilización masiva de este modo de transporte en concreto.

Así mismo, al analizar las respuestas obtenidas sobre la posibilidad de tener que pagar una tarifa determinada para poder estacionar el vehículo en el campus, la mayoría de los encuestados se han mostrado en desacuerdo con esta medida, al considerar que estaría dirigida a un fin recaudatorio, en vez de estimar que es una de las medidas que se utilizan habitualmente para incentivar la utilización de los transportes públicos en los desplazamientos cotidianos. Sobre el conjunto de resultados obtenidos, debe ponerse también de manifiesto la elevada proporción de personas que consideran que el vehículo privado es un modo de transporte sostenible, lo que debe hacer reflexionar a los agentes implicados en la gestión y control de la movilidad en el contexto universitario, sobre la necesidad de abordar acciones de concienciación (campañas, jornadas, eventos, etc.), respecto de la incidencia nociva que tiene sobre el medio ambiente y particularmente sobre la salud de las propias personas la utilización masiva de los medios de locomoción que tienen como fuente de alimentación las energías de origen fósil.

Por su parte, en el caso de los encuestados que son usuarios del transporte público, estos se muestran mayoritariamente satisfechos con el servicio de autobús urbano que se oferta en la actualidad. Del mismo modo, debe destacarse en esta ocasión la percepción que revelan los usuarios de este modo de transporte en comparación con la respuesta de los usuarios del vehículo privado, al considerarlo mayoritariamente como un tipo de transporte claramente sostenible y a la vez competitivo en tiempo y comodidad al vehículo privado, así como más económico, atendiendo al coste

mensual como consecuencia de los desplazamientos entre el lugar del residencia y el campus.

Por otro lado, ante la opción de abordar un cambio a la hora de elegir el modo de transporte habitual de los encuestados en su conjunto, el 58% de estas personas estarían dispuestas a cambiar el medio habitual por otro, lo que a priori puede parecer un avance hacia un incremento en el uso de medios de transporte más sostenibles. Sin embargo, lo que pone de manifiesto el análisis desagregado de los resultados, es que muchas de estas personas condicionadas por aumentar las cotas de comodidad y la rapidez en los desplazamientos optarían por cambiar su medio actual por el vehículo privado, al margen de otras cuestiones de interés para la movilidad como son los costes asociados a los desplazamientos o las propias problemáticas derivadas de este hecho (contaminación, atascos, ruido, etc.).

Al margen de las cuestiones anteriores, se plantea la necesidad de proyectar una nueva encuesta de opinión sobre la percepción de la comunidad universitaria perteneciente a la Universidad de Extremadura en su conjunto, es decir, incluyendo al resto de campus universitarios localizados en otras ciudades extremeñas, que permita revelar aquellas cuestiones de interés y particularidades encaminadas a reducir el volumen de tráfico de vehículos particulares y fomenten los patrones de movilidad sostenible.

Por último, cabe destacar que sería de interés poder dilucidar a través de un estudio con mayor nivel de desagregación, desde el punto de vista de la percepción, las principales dificultades que presenta la oferta de transporte público actual, de manera que se posicione como una alternativa realmente atractiva para los desplazamientos entre los centros urbanos y las infraestructuras universitarias (rutas, localización de paradas, frecuencia de paso, tiempo de desplazamiento, tarifas, confort y características de los vehículos, etc.), especialmente en el caso de aquellos campus que cuentan con una localización periférica como sucede en la ciudad de Cáceres.

## 5. Referencias bibliográficas

ESPLUGA, À., et al. Percepciones de la movilidad y participación ciudadana en la región metropolitana de Barcelona. *Ciudad y territorio Estudios Territoriales*, XL (157), 499-510, 2008.

FONDO MONETARIO INTERNACIONAL. *Perspectivas de la economía mundial; En busca del crecimiento sostenible: Recuperación a corto plazo, desafíos a largo plazo*. Washington (octubre), 2017.

GUTIÉRREZ, J.A., et al. Estudio del tráfico rodado en Navalmoral de la Mata: determinación de flujos, identificación y análisis de problemáticas y propuesta de soluciones. Ayuntamiento de Navalmoral de la Mata, 2017.

KLINGER, T., et al. Dimensions of urban mobility cultures – a comparison of German cities. *Journal of Transport Geography*, 31, 18–29, 2013.

MIRALLES-GUASCH, C. Dinámicas metropolitanas y tiempos de la movilidad. La región metropolitana de Barcelona, como ejemplo. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 31, 125–145, 2011.

SUSTAINABLE MOBILITY FOR ALL. *Global Mobility Report 2017: Tracking Sector Performance*. Washington DC, License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0, 2017.





# Plan de Movilidad Sostenible de la Universidad de Extremadura

Diagnóstico de la  
movilidad en los Campus

José Antonio Gutiérrez Gallego y  
Francisco Javier Jarafíz Cabanillas  
(Coordinadores)

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA





---

**Plan de movilidad sostenible  
de la Universidad de Extremadura**  
Diagnóstico de la movilidad en los Campus



---

José Antonio Gutiérrez Gallego  
Francisco Javier Jaraíz Cabanillas  
(Coordinadores)

**Plan de movilidad sostenible  
de la Universidad de Extremadura**  
Diagnóstico de la movilidad en los Campus



Cáceres 2018

© Todos los autores

© Universidad de Extremadura para esta 1ª edición

Coordinación:

José Antonio Gutiérrez Gallego

Francisco Javier Jaraíz Cabanillas

Colaboran:

Nuestro agradecimiento a todos los miembros de la comunidad universitaria (docentes, personal investigadores, personal de la administración y servicios y estudiantes) que se han prestado en todo momento a colaborar en la realización de las encuestas que se incluyen en este trabajo.

Esta obra es el resultado de la investigación llevada a cabo por los autores, constituidos en equipo investigador, bajo la coordinación del profesor José Antonio Gutiérrez Gallego, a quien, desde la Gerencia de la Universidad de Extremadura, se le encomendó la labor de analizar la movilidad de la población universitaria en los cuatro campus que la integran. Este trabajo ha sido posible gracias a la voluntaria y desinteresada dedicación de los profesores y personal de administración y servicios de la UEx participantes en el mismo, así como a la dotación de recursos económicos propios de la UEx, puesta a disposición del equipo investigador por la Gerencia de esta universidad.

Edita:

Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones

C/ Caldereros, 2 - Planta 3ª. 10071 Cáceres (España)

Tel. 927 257 041 ; Fax 927 257 046

E-mail: [publicac@unex.es](mailto:publicac@unex.es)

<http://www.unex.es/publicaciones>

I.S.B.N.: 978-84-9127-000-3.

Depósito Legal: CC-???-2018.

Impreso en España - *Printed in Spain*

Maquetación e impresión:

Control P. 927 233 223. [estudio@control-p.eu](mailto:estudio@control-p.eu)

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

# ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

---

## PRÓLOGO

<i>Luciano Cordero Saavedra</i> . . . . .	9
---	---

## INTRODUCCIÓN A LA MOVILIDAD SOSTENIBLE . . . . . 11

*Rubén de Rodrigo Muñoz, Enrique Eugenio Ruiz Labrador*

1. Ámbito de estudio. . . . .	11
2. Estado del arte . . . . .	13
2.1. Movilidad sostenible . . . . .	13
2.2. Planes de movilidad sostenible. . . . .	15
2.3. La movilidad en el entorno universitario . . . . .	18
3. Bibliografía . . . . .	23

## METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE UN MODELO DE MOVILIDAD SOSTENIBLE EN LA UEX . . . . . 25

*Francisco Javier Jaratz Cabanillas, José Castro Serrano, José Antonio Gutiérrez Gallego*

1. Fuente de datos. . . . .	25
1.1. Caracterización de la población de estudio. . . . .	26
1.2. Accesibilidad a los campus de la Universidad de Extremadura . . . . .	28
2. Captura de información . . . . .	31
2.1. Encuestas de movilidad . . . . .	31
2.1. Ajuste de la muestra. . . . .	33
2.3. Aforos de tráfico . . . . .	37
2.4. Ajustes de viajes. . . . .	41
3. El modelo de transporte . . . . .	48

## ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD A LOS CAMPUS DE LA UEX. . . . . 55

*Enrique Eugenio Ruiz Labrador, Rubén de Rodrigo Muñoz*

1. Movilidad general . . . . .	55
2. Costes asociados a los desplazamientos . . . . .	73
3. Conclusiones sobre movilidad general y costes asociados. . . . .	76

## **IMPLICACIONES ACÚSTICAS EN LOS CAMPUS DE LA UEX**

<i>Valentín Gómez Escobar, Javier Noriego Gómez.</i> . . . . .	79
1. Introducción . . . . .	79
2. Metodología . . . . .	79
3. Resultados y discusión. . . . .	82
4. Conclusiones. . . . .	88

## **OFERTA Y LA DEMANDA DE APARCAMIENTO DE VEHÍCULOS PARTICULARES EN LOS CAMPUS DE LA UEX.** . . . . . 89

*Miguel Candél Pérez, Francisco José García-Adámez Morcillo*

1. Determinación de las plazas de aparcamiento . . . . .	89
2. Análisis de la oferta y la demanda de aparcamiento . . . . .	94
3. Conclusiones. . . . .	98

## **PERCEPCIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL CONTEXTO UNIVERSITARIO.** . . . . . 99

*José Manuel Pérez Pintor, Montaña Jiménez Espada*

1. Percepción de los usuarios del vehículo privado. . . . .	103
2. Percepción de los usuarios del transporte público (autobús urbano) . . . . .	110
3. Percepción sobre el cambio de modelo de transporte habitual . . . . .	113
4. Conclusiones. . . . .	116
5. Referencias bibliográficas . . . . .	118

# PRÓLOGO

**Luciano Cordero Saavedra**

Gerente de la Universidad de Extremadura

---

El movimiento obligado de los ciudadanos a sus trabajos, centros de estudio y diversos servicios básicos es quizá uno de los procesos que mayor coste representa para la sociedad. Costes ambientales, sociales y económicos que por su permanente cotidianidad pasan inadvertidos, convirtiéndose en algo inherente a la vida diaria en sociedad que son asumidos como un mal necesario. Sin embargo, la preocupación por los problemas ambientales y sociales ocasionados por la movilidad en los entornos urbanos ha ido en aumento en los últimos años.

Así, las administraciones públicas en función de sus competencias están cada vez más implicadas en mitigar las consecuencias de una movilidad desordenada, caracterizada por el uso excesivo del vehículo privado en detrimento de otros modos más eficientes. Al mismo tiempo, el modelo de ciudad dispersa, propiciado por la libertad que ofrece el transporte motorizado, ha aumentado considerablemente la dimensión de los desplazamientos, provocando la atención de los decisores políticos y de los urbanistas.

La educación es uno de los servicios básicos que genera mayor cantidad de desplazamiento. Por tal motivo, los agentes implicados en la movilidad están tratando de mitigar los efectos negativos que se provocan en todos los niveles educativos. La generación de itinerarios escolares seguros, la adecuación de los entornos escolares o la zonificación de los estudiantes en función de su lugar de residencia son claros ejemplos de políticas encaminadas en este sentido.

Las universidades españolas no se han podido mantener al margen de esta creciente preocupación por una movilidad más sostenible y racional. Así, las universidades españolas, a través de la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE), han creado una comisión para evaluar las buenas prácticas en movilidad sostenible y accesibilidad desarrolladas por las universidades.

Atendiendo a esta creciente preocupación, la gerencia de la Universidad de Extremadura (UEX) ha considerado pertinente tomar medidas para racionalizar y reducir los costes provocados por la movilidad. Al mismo tiempo, siendo cons-

cientes de la existencia de varios grupos de investigación de la UEx directamente implicados en el desarrollo e implantación de planes de movilidad, se ha puesto a disposición de estos investigadores de la UEx los medios necesarios para el estudio de la movilidad obligada a los campus extremeños. Estudio que se pretende divulgar, entre otros medios, a través de la publicación que encabeza el presente prólogo que he tenido el honor de escribir.

El objetivo principal de esta publicación se centra en caracterizar los desplazamientos obligados a los centros universitarios de la UEx, prestando especial atención: al análisis la oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus, la percepción de la movilidad de los universitarios, la contaminación acústica de los campus, así como el sistema de transporte público.

Como no puede ser de otra manera, el ámbito de este estudio se circunscribe a las cuatro ciudades donde tiene presencia la Universidad de Extremadura, los dos campus universitarios de Badajoz y Cáceres, junto a los dos centros universitarios de Mérida (Badajoz) y Plasencia (Cáceres).

El resultado de este riguroso proceso de análisis y estudio no hubiera sido posible sin la constancia y perseverancia de un grupo de entusiastas investigadores que han visto claro el objetivo pretendido. Bajo la precisa batuta del investigador principal, el profesor don José Antonio Gutiérrez Gallego, al que desde hace años he podido seguir en sus inquietudes y que reflejan una brillante trayectoria académica e investigadora, se han agrupado e implicado todo un elenco de empleados de la Universidad con la idea clara de que el proyecto fuera algo más que diagnóstico de la situación. Mi especial agradecimiento a todos ellos por ver cumplido lo que a priori resultaba ser un trabajo de dificultades añadidas. Al gestor de proyectos de investigación, don José Castro Serrano, al profesorado investigador, doña María Montaña Jiménez Espada, don Valentín Gómez Escobar, don Miguel Candel Pérez, don José Manuel Pérez Pintor, don Francisco Javier Jaraiz Cabanillas; y a los técnicos de apoyo, don Enrique Eugenio Ruiz Labrador y don Rubén de Rodríguez Muñoz.

Analizada la situación, queda un nuevo recorrido por seguir. Concienciar a los responsables de las distintas instituciones locales y autonómicas para que puedan propiciarse soluciones a los problemas y prevenir situaciones de futuro que ayuden a mejorar la seguridad en las divisiones del campus universitario extremeño. Una labor a la que quedamos todos emplazados con el protagonismo propio de quienes nos han facilitado este grandioso trabajo que ahora ve la luz pública.

# INTRODUCCIÓN A LA MOVILIDAD SOSTENIBLE

**Rubén de Rodrigo Muñoz**

Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura  
rderodri8@unex.es

**Enrique Eugenio Ruiz Labrador**

Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura  
eruizl@unex.es

---

## 1 ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio se centra en el territorio de la Comunidad Autónoma de Extremadura, aunque bien es cierto que en él se considera también al resto de la península ibérica, ya que las instalaciones de la Universidad de Extremadura reciben usuarios tanto de otras provincias españolas como de Portugal. Esta Comunidad Autónoma tiene una extensión de 41.635 km<sup>2</sup> y una población de 1.092.997 habitantes según datos del año 2015. Estos datos implican una densidad de población de 26 hab/km<sup>2</sup> (muy inferior a la media española que se sitúa en 92 hab/km<sup>2</sup>).

A su vez, la población extremeña presenta una distribución irregular a lo largo de su territorio. La diferencia de densidades de población entre las dos provincias extremeñas es notable: Badajoz tiene una densidad de 32 hab/km<sup>2</sup>, mientras que la de Cáceres ronda los 21 hab/km<sup>2</sup>. A esta diferencia de densidades provincial hay que añadirle el hecho de que un 40% de los habitantes extremeños se concentran en tan solo 7 ciudades principales (ciudades medias con población superior a 25.000 habitantes pero inferior a 150.000): Mérida, Badajoz, Cáceres, Don Benito, Plasencia, Almendralejo y Villanueva de la Serena. Esto ofrece una idea clara acerca del elevado grado de dispersión existente. Si a esto se le añade que los principales centros universitarios se concentran en 4 de estas ciudades, el resultado es que los usuarios de la Universidad de Extremadura se ven obligados a realizar grandes desplazamientos para acudir a sus centros, o cambiar sus lugares de residencia habituales a una de estas ciudades.

En lo que respecta a la movilidad urbana en general y en la de ciudades medias en particular, se puede decir que desde mediados de los años 60 del siglo pasado hasta nuestros días, la población residente en dichos núcleos ha adquirido paulatinamente un modelo caracterizado por los siguientes elementos (García y Gutiérrez, 2007):

- Abuso del vehículo privado en el acceso a los principales bienes y servicios ofertados en la ciudad, con ocupaciones en la mayoría de los casos que apenas alcanza los 2 ocupantes/vehículo.
- Aumento del número de desplazamientos y la velocidad en los mismos.
- Reducción drástica de formas de desplazamiento más saludables y eficientes, como el desplazamiento peatonal o ciclista, sin dejar de lado modos intermedios como el transporte público.
- Incremento de la distancia a cubrir en los desplazamientos habituales (trabajo, estudios, ocio o actividades burocráticas entre otros), fruto de la necesidad de cubrir un mayor espacio urbano vital por parte de los usuarios en dichos movimientos (González, 2009).

Esta movilidad va asociada a un tipo de crecimiento urbano identificado por una especialización de usos y un consumo de suelo urbano muy importante, reservado a áreas industriales y residenciales con baja densidad demográfica (Thomson, 2002; Fariña y Naredo, 2010). Este tipo de crecimiento incrementa considerablemente los costes de desplazamiento, tanto económicos como sociales y medioambientales, muy vinculados al uso masivo del vehículo privado como modo de transporte más utilizado, aun siendo el menos sostenible (Bañobre y Romero, 2009). Algunas consecuencias heredadas de este tipo de movilidad son la reducción de la igualdad en el acceso a los principales servicios de determinados grupos socialmente desfavorecidos (personas mayores o con un bajo poder adquisitivo), los cuales no pueden acceder con garantías a un vehículo privado, el incremento de la contaminación acústica y atmosférica, o la reducción de la seguridad vial en los desplazamientos, entre otras (Lozano, 2009).

Este modelo de movilidad ha sido adoptado por todos los sectores económicos y grupos poblacionales residentes en nuestras ciudades medias, incluidos aquellos más proclives a los avances de nuestra sociedad y más sensibilizados a adoptar formas de movilidad más sostenibles y beneficiosas para el medio ambiente urbano, como es el caso de la Comunidad Universitaria. Por tanto, resulta clave la localización de los Campus Universitarios en nuestras ciudades (en este caso las extremeñas) ya que

una localización periférica promueve un modelo de movilidad más insostenible, basado en el uso casi exclusivo de los modos motorizados más contaminantes e insostenibles, lo que deriva en problemas que hay que mitigar como la congestión vehicular a determinadas horas del día, la saturación de los espacios destinados al estacionamiento y una clara reducción de la seguridad vial en dichos entornos (García y Gutiérrez, 2007).

Así pues, atendiendo a lo comentado, se puede afirmar que el objetivo principal del presente estudio es analizar los aspectos más relevantes relacionados con la movilidad obligada de los campus de la Universidad de Extremadura, con el fin de detectar problemas relacionados en este sentido y poder aplicar medidas correctoras al respecto.

En este trabajo se pretende caracterizar los desplazamientos obligados a los centros universitarios de la Universidad de Extremadura, analizar la oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus, la percepción de la movilidad de los universitarios, la contaminación acústica de los campus y el sistema de transporte público ofertado.

A partir de la información obtenida se aspira a mejorar la movilidad de los usuarios, con el fin de proponer medidas que aproximen el sistema de transporte hacia una movilidad más sostenible.

## **2. ESTADO DEL ARTE**

### **2.1. Movilidad sostenible**

A grandes rasgos, la movilidad sostenible se define como un tipo de movilidad que se caracteriza por la equidad, la reducción de la congestión y el respeto al medio ambiente en el acceso a los servicios. Si además se le añade el adjetivo de “urbano” a dicha actividad, esta se limita al estudio de los desplazamientos producidos en el ámbito urbano. Otra definición muy acertada de este concepto lo describe como un conjunto de pautas de transporte que pueden proporcionar a los usuarios los medios y las oportunidades para conjugar necesidades económicas, medioambientales y sociales de manera eficiente y equitativa, reduciendo los impactos negativos y sus costes asociados en el tiempo y en el espacio (Ilárraz, 2008).

Una racionalización en el uso de los modos de transporte motorizados, priorizando aquellos colectivos con respecto al vehículo privado para desplazamientos de

larga distancia y en el caso de desplazamientos de corta-media distancia, los modos llamados sostenibles en detrimento de los motorizados (bici o desplazamiento a pie), son medidas que fomentan este tipo de movilidad. Además, el adjetivo “sostenible” hace referencia a la igualdad en el acceso de la población a los servicios y la reducción de los niveles de contaminación acústica y ambiental en un espacio determinado, para satisfacer sus necesidades sin comprometer las de las generaciones venideras. Así, el hecho de aplicar políticas de movilidad sostenible en un espacio urbano dado, repercute en un impulso del desarrollo económico y una maximización de la accesibilidad, al mismo tiempo que se mejora la calidad de vida de sus ciudadanos (Comisión de las Comunidades Europeas 2007).

Los análisis de movilidad urbana sostenible han crecido en calidad y cantidad en los últimos años debido a la mayor concentración de población localizada en las ciudades, a una tendencia creciente hacia un modelo de movilidad “intensiva” y a un uso amplio del territorio (Muñoz, 2009). Para combatir todos estos problemas han comenzado a surgir estudios técnicos que buscan la aplicación real de una gestión más eficiente sobre este tipo de desplazamientos. En lo que respecta a los movimientos intraurbanos, destacan los “planes de movilidad urbana sostenible” o PMUS, y los “planes de transporte al trabajo”, o PTT (IDAE, 2006 a y b).

Por tanto, un Plan de Movilidad Urbana Sostenible es un instrumento de gestión de la movilidad a escala global que aúna todos los criterios de sostenibilidad aplicados a dicha actividad. De igual modo, un Plan de Transporte al Trabajo, es un instrumento de gestión de la movilidad pero aplicado en este caso a la problemática observada en un centro de trabajo determinado. Ambos documentos engloban un conjunto de actuaciones que intentan implantar formas de desplazamiento sostenibles y racionalizar el uso del vehículo privado, para garantizar una mejor calidad de vida de los usuarios afectados (en lo que respecta al PMUS serían usuarios que se desplazan por la ciudad y en el caso del PTT se referiría a trabajadores que acceden diariamente a una empresa para llevar a cabo su actividad laboral). Este mismo concepto se puede extrapolar a los centros de estudio o cualquier otro lugar de confluencia de personas. Para ello se adoptan medidas que intentan reducir los costes del transporte y los derivados de la congestión del tráfico y el excesivo grado de ocupación del espacio en cuestión. De esta forma, la movilidad urbana sostenible garantiza las necesidades de movilidad de todos los ciudadanos, contribuyendo a la mejora del medio ambiente urbano y la salud.

## 2.2. Planes de movilidad sostenible

Numerosas ciudades de todo el mundo están poniendo en marcha Planes de Movilidad Locales (PDU en Francia, LTP en Gran Bretaña, PUM en Italia, etc.), impuestos obligatoriamente en las ciudades grandes y medianas por sus respectivos países. Son planes de actuación conjunta, no sectorial, con objetivos definidos (reducir la movilidad motorizada) y para ello aplicando diversos instrumentos: legales, fiscales, impulso del transporte público... De esta forma, se aseguran la coherencia del conjunto de las políticas locales de movilidad y planeamientos urbanos.

En términos generales, las posibles estrategias que un Plan de Movilidad Urbana Sostenible puede adoptar se agrupan en cuatro categorías, que coinciden a la postre, con los objetivos que pretenden alcanzar:

- Reducir la necesidad de transporte.
- Potenciar el cambio modal.
- Desarrollar sistemas de transporte “limpios y silenciosos”.
- Mejorar la eficiencia del transporte.

A continuación, se describen algunos detalles de los Planes de Movilidad citados anteriormente y de alguno más de posible interés, que han sido o son referentes en este ámbito:

- PDU en Francia: Los Planes de Desplazamiento franceses se basan en tres leyes de ordenación interior del transporte impuestas por el Ministerio de Transporte de dicho país. Estas leyes toman más fuerza cuando el Ministerio de Medio Ambiente convierte la elaboración de los planes en obligatoria para todas las aglomeraciones superiores a 100.000 habitantes. Posteriormente se introdujo dentro del llamado “Esquema de Coherencia Territorial”, la obligatoriedad de contemplar objetivos de seguridad vial, siendo compatibles con los planes del suelo. El principal objetivo de los PDU es disminuir el tráfico de automóviles, potenciando el transporte público y los modos alternativos, asegurando el equilibrio entre movilidad y accesibilidad, la protección del medio ambiente y la salud. En Francia existen también los llamados “micro PDU” que abordan propuestas concretas en torno al PDU de una zona determinada. Son en definitiva, actuaciones locales que en ocasiones, se concretan en planes de transportes a un centro de trabajo, centro universitario, hospitales, etc.

- PUM en Italia: La regulación de los PUM en Italia comienza con una norma del Ministerio de Obras Públicas sobre la implantación de planes urbanos de tráfico (PUT) en ciudades de más de 30.000 habitantes, aunque únicamente con obligatoriedad para los ayuntamientos de más de 100.000 habitantes. Para su implantación, existen unas directrices generales aprobadas a nivel nacional, aunque cada región produce las suyas, definiendo una serie de indicadores para medir la eficacia del programa. La idea es que el PUM se integre con otros instrumentos como son el PUT, los planes ambientales, o los planes urbanísticos. El objetivo impuesto para los PUM en Italia es satisfacer la necesidad de movilidad de los ciudadanos, reducir los niveles de contaminación atmosférica y acústica, disminuir los niveles de consumo energético, aumentar la seguridad vial, y reducir el uso del vehículos privado fomentando el “car pooling” y “car sharing” como mecanismos para la reducción de la congestión de las áreas urbanas.
- LTP en Gran Bretaña: El Ministerio de Medio Ambiente, Transporte y las Regiones es el encargado de marcar las políticas en materia de planes de transporte, tomando como guía dos importantes documentos de referencia: el Libro Blando y la Ley de Transporte. A partir de dichos documentos guía se creó un Ministerio específico para la materia en cuestión. El marco geográfico del LTP es el condado y no existe un mínimo de población para la obligatoriedad de implantación de un plan de movilidad en ciudades como en los casos anteriores. Se exige además, una revisión anual de los planes realizados como base de la financiación, ya que puede aumentar si los objetivos específicos del plan se han cumplido. Los LTP deben establecer objetivos coherentes con los nacionales, lo que supone desarrollar estrategias para promover los servicios de transporte público, seguros, integrados y eficientes. Además, deben crear una línea de estrategia a largo plazo, la cual se va realizando y revisando anualmente, donde a medida que van cumpliendo los objetivos marcados van recibiendo la financiación para continuar.
- PMU en España: La puesta en marcha de planes de movilidad urbana sostenible en nuestro país es bastante reciente. Aunque se enmarca dentro de un marco estratégico bien definido (PEIT), no hay un documento normativo como tal que prevea su implantación excepto en Cataluña, que cuenta con una Ley de Movilidad propia que señala la elaboración y aprobación de planes de movilidad para municipios de más de 50.000 habitantes. Lo que existe en España es una guía práctica para implantación de PMUS editada

por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía en el año 2006, donde de manera clara se explican las características del plan y el mejor modo de llevarlo a la práctica. La guía no ofrece una serie de objetivos más allá de los propios conceptos de sostenibilidad, dependiendo más específicamente de cada caso en concreto. Sí recomienda que el plan se enmarque en una estrategia regional donde se definan los objetivos a alcanzar por los planes municipales y la coordinación entre ambos niveles. Dentro de las líneas de actuación en cuanto a movilidad se refiere en nuestro país, se describen algunos de los casos más importante y referentes:

- Barcelona: (1.600.000 habitantes) cuenta con un plan de movilidad integrado y coordinado, que incluye los siguientes puntos: planificación urbanística y ordenación del territorio; planificación y gestión de la movilidad urbana; uso racional del coche fomentando el coche compartido; fomentar la movilidad a pie y el uso de la bicicleta aumentando las superficies destinadas a ello; incrementar el uso del transporte público; mejorar la eficiencia del transporte de mercancías y la movilidad de trabajadores; y por último, la implantación de campañas de información y promoción. Estas acciones han contribuido a la pacificación del tráfico y a la reducción de accidentes en, aproximadamente, un 3%. Consolidación de la bicicleta como modo de transporte, con más de 40.000 viajes, y un aumento en su uso del 50% respecto del año pasado. Aumento del uso del transporte público en un 19,8%, con un total de 910,2 millones de viajes e incremento del transporte público en las relaciones interurbanas en un 11,7%, frente al 0,2% del vehículo privado.
- Vitoria: (230.000 habitantes). Para promover la movilidad peatonal se aplican las siguientes acciones: creación de itinerarios peatonales, peatonalización del centro urbano, peatonalizaciones parciales en fin de semana, implantación de escaleras mecánicas en vías de pendiente pronunciada, y por último, implantación de una fase de protección semafórica para el peatón. Otro de los elementos característicos de la ciudad es la red de bicicletas. Como medidas adicionales para restringir el uso del coche, se han creado resaltes en la calzada y restricción de aparcamientos. Al objeto de mejorar el transporte público, se ha propuesto una nueva red de tranvía y la remodelación de la actual red de autobuses, con líneas circulares y pasantes por el centro urbano.

- San Sebastián: (185.000 habitantes). Su modelo de movilidad se basa en una firme apuesta por el transporte público y por los modos no motorizados además de la limitación del uso del vehículo privado. Se pretenden mejorar las redes peatonales, incrementando más la permeabilidad de las barreras actuales y facilitando el transporte vertical mediante ascensores y escaleras mecánicas. Por otro lado, al objeto de incrementar el uso del transporte público, se exige la implantación de carriles reservados que permitan un tiempo de viaje al centro que no exceda los 10 minutos.

### **2.3. La movilidad en el entorno universitario**

Hablar de movilidad en entornos universitarios es hablar de problemas de estacionamiento por el abuso del vehículo privado, aumento de la contaminación acústica y ambiental, o congestión en las principales horas punta de entrada/salida a los campus universitarios, entre otros problemas. Para resolver o reducir todos estos problemas, algunas de las universidades españolas más importantes han implantado en sus entornos un plan de movilidad: Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Universidad Complutense de Madrid, Universitat de Barcelona, Universidade da Coruña, Universidad de Alcalá de Henares, Universidad de Cádiz, Universidad de Granada y Universidade de Vigo (CRUE, 2013). A continuación se describen cuáles son sus puntos fuertes y algunas de sus buenas prácticas más interesantes.

#### **2.3.1. PLAN DE MOVILIDAD DE LA UAB**

El Plan de Movilidad de la UAB (PMUAB) es una herramienta de gestión y planificación de la movilidad donde se desarrollan las líneas estratégicas del Plan Estratégico de Accesibilidad.

La accesibilidad de la UAB es un aspecto clave de la política universitaria y, como nodo metropolitano singular, precisa de la participación de las administraciones competentes. Por ello, el Plan de Movilidad de la UAB se elaboró en colaboración conjunta con la Unidad de Planificación y Gestión de la Movilidad (UPGM), el ayuntamiento de Cerdanyola, municipio donde se ubica la institución, la Autoridad Territorial de la Movilidad y la Generalitat de Cataluña.

El objetivo principal del PMUAB como herramienta es el de desarrollar las líneas estratégicas del Plan Estratégico de Accesibilidad con actuaciones concretas y calendario y presupuesto aproximados.

Para conseguir este objetivo El PMUAB se propone como sub-objetivos incrementar la accesibilidad del campus, potenciando el transporte público colectivo, los desplazamientos en bicicleta y a pie, así como alcanza un uso más racional del vehículo privado, tomando como referencia los principios de sostenibilidad, seguridad y equidad social.

En relación a los recursos humanos, cabe destacar la participación de las administraciones competentes: la UAB a través de la UPGM, el ayuntamiento de Cerdanyola, la Autoridad Territorial de la Movilidad (ATM) y la Generalitat de Cataluña.

Este plan les permite tener una planificación de las actuaciones a elaborar en materia de movilidad. Para mejorar el servicio a raíz de la creación del PMUAB, se actuó mediante la ampliación y la mejora de la oferta de los servicios de autobús interurbano y ferroviario, la mejora del servicio de bus interno de la UAB, incrementando las líneas y unificando la imagen, la adaptación a personas con movilidad reducida y la incorporación de nuevos vehículos más sostenibles ambientalmente. También destacan actuaciones urbanísticas para fomentar el uso de modos no motorizados así como la mejora de la red de itinerarios de conexión con bicicleta desde los municipios más próximos al campus, la pacificación del campus, la ampliación de la red interna de vías para ciclistas, y la ampliación de la dotación de aparcabici.

### 2.3.2. PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID (PMUS-CUM)

Plan especial encargado a expertos por el Consorcio de la Ciudad Universitaria cofinanciado además, por el Campus de Excelencia Internacional Moncloa (CEI – Moncloa) y el Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid. Los objetivos planteados en dicho instrumento de ordenación fueron: disponer de una actualización de la movilidad en el conjunto de la Ciudad Universitaria de Madrid; analizar su problemática y estudiar las vías, mecanismos y necesidades acuciantes para fomentar el uso del transporte público; mejorar la movilidad y el entorno universitario bajo un objetivo general de incrementar considerablemente la sostenibilidad en el campus.

El plan se licitó oficialmente. Los adjudicatarios están en la actualidad en la fase de redacción del informe final que deberá ser presentado en el próximo trimestre.

### 2.3.3. PLAN DE MOVILIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

Fue creado como propuesta para fomentar el uso del transporte público combinado con el uso de la bicicleta. Con este fin se plantearon iniciativas como la posibilidad primero de utilizar trenes y posteriormente en los diferentes campus, la posibilidad de hacer efectiva esta combinación con la implantación de estacionamientos para bicicletas, fomentando así el uso de ambas alternativas. Se pretendía por tanto, reducir el uso del transporte privado tanto en profesores y PAS, como en alumnos.

Los objetivos principales eran: mejorar el transporte sostenible, explorar medidas alternativas de transporte ecológico, concienciar a la Comunidad Universitaria de la necesidad de usar estos modos de transporte y fomentar el uso racional del transporte privado. Cumpliendo con estos los objetivos marcados se logró la disminución del uso del transporte privado y el incremento de modos de transporte sostenibles.

### 2.3.4. PLAN DE MOVILIDAD Y REORDENACIÓN DEL CAMPUS EXTERNO DE LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES

En 2012 se pone en marcha en la Universidad de Alcalá un Plan de Reordenación Integral atendiendo a criterios de movilidad. Dicho Plan, redactado de modo transversal por los Servicios de la UAH, se diseña teniendo en consideración el concepto de “Infraestructura verde” como guía para disminuir el impacto del desarrollo de la actividad en su entorno. La Movilidad Sostenible se comenzó a poner en marcha en la UAH en 2009 con el estudio del estado de los viales del Campus y el sistema de alquiler-préstamo de bicicletas. El Plan de Reordenación que aún sigue desarrollándose en la actualidad, se está implementando paulatinamente, incluyendo campañas de concienciación y participación de la comunidad universitaria. Este se completará en los próximos años.

Este plan incluye como objetivos generales la prevención de incidencias ambientales negativas que pudieran derivarse de la actividad universitaria, promover unos hábitos saludables y sostenibles entre los miembros de la comunidad universitaria, y fomentar una mayor eficiencia energética.

A partir de estos objetivos generales se trazaron unos más concretos como son el incremento del uso de la bicicleta, la racionalización del tráfico y la disminución del vehículo privado, facilitando así el uso del transporte público, promover el uso de energías menos contaminantes en el transporte, y la generación de espacios de encuentro donde promover hábitos saludables y respetuosos con el medio ambiente.

Para lograr cada uno de estos objetivos concretos se utilizaron distintos instrumentos:

- Incremento del uso bicicleta: la oficina de Ecocampus gestiona el sistema de alquiler-préstamo de las bicicletas. Se ha dotado al campus externo y a las distintas facultades de las infraestructuras necesarias (depósitos de bicicletas, aparcá-bicis, carril bici...), se han aprovechado los carriles bici existentes en la ciudad de Alcalá y se ha llevado a cabo un mantenimiento periódico a las bicicletas.
- Racionalización del tráfico y disminución del uso del vehículo privado, facilitando el uso del transporte público: se modificaron los recorridos de autobuses en el campus en coordinación con la empresa de transporte para poder realizar la peatonalización parcial del interior del campus acompañada de una reordenación de los aparcamientos para lograr este objetivo. Del mismo modo para fomentar el uso del tren de cercanías, que tiene su apeadero en uno de los extremos del campus, se ofrece un trenecito universitario que transporta gratuitamente a los alumnos desde el apeadero hasta sus facultades. Se pretende con este Plan de Reordenación adecuar espacios comunes que fomenten hábitos saludables, e integrar elementos externos de gran impacto que están situados en el campus externo, como el Hospital Universitario Príncipe de Asturias y el Parque Tecnológico.
- Promover el uso de energías menos contaminantes: se dispone de la primera fotolinera construida en España. Se trata de una estación de recarga para vehículos eléctricos alimentada con placas solares. Con un energético de 5.600 kWh anuales, la fotolinera puede abastecer a los vehículos eléctricos de la Universidad y también a los de los conductores particulares. La estación de recarga es por tanto, de uso mixto, tanto interno como público. Cuenta con 15 placas solares y nueve tomas totales. De las cuatro tomas para coches que sirven también para motos y otros vehículos eléctricos), dos son inteligentes y permiten controlar a distancia el proceso de recarga (desde un teléfono móvil, por ejemplo) y las otras dos son convencionales. La estación fotovoltaica está pensada para recargar vehículos eléctricos, pero cuando esté vacía la energía se derivará directamente al Jardín, que de esta forma podrá reducir su factura energética.

Con las actuaciones realizadas se ha logrado facilitar el uso de la bicicleta entre los miembros de la comunidad universitaria, la integración social de discapacitados, una mayor accesibilidad en el uso de transporte público entre los estudiantes

de la UAH, un mayor uso de energías poco contaminantes en la flota de vehículos eléctricos que dispone la universidad y un incremento de salud entre los estudiantes y personal de la UAH a través de la realización de un mayor ejercicio físico en el acceso a sus respectivos centros.

### 2.3.5. PLAN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE Y SEGURIDAD VIAL DE LA UNIVERSIDADE DE VIGO

En los últimos años la Universidade de Vigo, a través de la Oficina de Medio Ambiente (OMA) y el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales (SPRL), desarrolló diferentes iniciativas de movilidad sostenible con el objetivo de conseguir un cambio modal en los desplazamientos, dando prioridad a la utilización de sistemas de transporte más eficientes: transporte público, vehículo privado compartido y modelos de transporte alternativos como la bicicleta y la movilidad a pie. Ahora surge la necesidad de englobar, ampliar y mejorar estas actuaciones bajo un Plan Estratégico para toda la comunidad universitaria, trabajadores y alumnos en cualquiera de los tres campus de la Universidade de Vigo.

Los objetivos principales de este Plan son:

- Conocer la realidad de los campus, tanto en relación a la demanda de movilidad, como en función de los distintos modos de desplazamiento y colectivos implicados (personal de administración y servicios, personal docente e investigador y estudiantes).
- Establecer estrategias para la gestión de la movilidad en la Universidad de Vigo.
- Incrementar y mejorar la movilidad no motorizada (desplazamiento a pie y en bicicleta), así como también la utilización del transporte público colectivo.
- Fomentar el uso racional del vehículo privado motorizado mediante modelos de coche compartido.
- Mejorar la accesibilidad universal, es decir, las condiciones de accesibilidad de las personas con movilidad reducida.
- Integrar medidas de información, comunicación y participación, dirigidas a la comunidad universitaria, con el fin de promover la movilidad y la seguridad vial.
- Sensibilizar a la comunidad universitaria de los problemas de la siniestralidad en los desplazamientos al trabajo o al lugar de estudio.
- Definir medidas y períodos para la evaluación y seguimiento del PMSVUV.

Con la implantación del citado Plan se ha logrado una mayor concienciación de toda la comunidad perteneciente a la Universidad de Vigo y una reducción del impacto ambiental en los últimos años, lo cual viene reflejado en el análisis de la Huella de Ecológica.

### 3. BIBLIOGRAFÍA

- BAÑOBRE, E. AND A. ROMERO. Los BRT en corredores segregados como sistema óptimo de transporte urbano. In.: En Cossío, F.J. (Coord.): “Administrando en entornos inciertos”. Congreso Nacional de la Asociación Europea de Dirección y Economía de Empresa, Sevilla., 2009.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. Libro Verde. Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana. In.: Bruselas., 2007.
- CRISTÓBAL, C., J. GUTIÉRREZ AND G. GÓMEZ Accesibilidad peatonal a la red de metro de Madrid. Anales de Geografía de la Universidad Complutense, 20, 451-464., 2000.
- FARIÑA, J. AND J. M. NAREDO Libro Blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español. Biblioteca CF+S, Madrid., 2010.
- GARCÍA, J. C. AND J. GUTIÉRREZ-PUEBLA Pautas de la movilidad en el área metropolitana de Madrid 2007.
- GONZÁLEZ, F. A. Estimación de la demanda mediante modelos avanzados de distribución, utilizando técnicas econométricas y de programación matemática. Tesis Doctoral dirigida por Prof. Dr. Ángel Ibeas Portilla y Prof. Dr. Luigi Dell’Olio. Santander, Universidad de Cantabria, 315 p., 2009.
- GUTIÉRREZ, J.A. ET AL Accesibilidad de la población a las aglomeraciones urbanas de la Península Ibérica. Finisterra, XLV, 89, pp. 107-118, 2010.
- ILÁRRAZ, I. Movilidad sostenible y equidad de género. Zerbitzuan Gizarte zerbitzuetarako aldizkaria, 40, 61-66., 2008.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA, I. Guía práctica PMUS para la elaboración e implantación de Planes de Movilidad Urbana Sostenible. In.: Madrid., 2006a.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA, I. Guía práctica PTT para la elaboración e implantación de Planes de Transporte al Centro de Trabajo. Edtion ed.: Madrid., 2006b.
- IZQUIERDO R, MONZÓN A La accesibilidad a las redes de transporte como instrumento de evaluación de la cohesión económica y social. TTC, 1992.
- LOYOLA, C. AND E. ALBORNOZ Flujo, movilidad y niveles de accesibilidad en el centro de Chillán. Propuestas de mejoramiento mediante SIG. Urbano, 18, 17-27, 2009.

- LOZANO, M. Á. D. Urbanismo y movilidad: dos caras de la misma moneda. Ingeniería y territorio, 2009, (86), 4-9.
- LUCAS, F. Diseño y aplicación de una metodología para el desarrollo de planes de transportes sostenibles en centros universitarios. Tesis Doctoral dirigida por el Prof. Jesús Racero Moreno. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla, Sevilla., 2015.
- LÓPEZ, M. AND L. LA PAIX Los planes de movilidad urbana sostenible (PMUS) desde una perspectiva europea. II Congreso Internacional de Movilidad de Ciudadanos de Madrid (CIMO): hacia una nueva cultura de la movilidad urbana, Madrid., 2008.
- THOMSON, I. Impacto de las tendencias sociales, económicas y tecnológicas sobre el transporte público: una investigación preliminar en ciudades de América Latina. Ed. Cepal Eclac, Naciones Unidas, Santiago de Chile., 2002.

# METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE UN MODELO DE MOVILIDAD SOSTENIBLE EN LA UEX

**Francisco Javier Jaraíz Cabanillas**

Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales

jfjaraiz@unex.es

**José Castro Serrano**

Gestor de Proyectos. Universidad de Extremadura.

josecastro@unex.es

**José Antonio Gutiérrez Gallego**

Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura.

jagutier@unex.es

---

## 1. FUENTE DE DATOS

Para la realización del Plan de Movilidad Sostenible de la UEx y, concretamente, la generación de un Modelo SIG, se contó con distintos datos de partida, sin los cuales no se hubiera podido realizar un estudio con garantías. Los datos con los que se contó en un inicio son:

- Tablas de registro poblacional (UTEC-UEx, 2015). Se utilizan las tablas recabadas por la “Unidad Técnica de Evaluación y Calidad” de la UEx, sobre alumnos y trabajadores inscritos en cada centro y ciudad universitaria concretos. De aquí se extrae la población objeto de estudio, desagregada por sexo, tipo de vinculación con la universidad (alumnos de grado, alumnos de posgrado, personal docente e investigador o PDI, personal de administración y servicios o PAS u Otros) y centro adscrito dentro de cada campus analizado (Plasencia, Cáceres, Mérida o Badajoz). En el caso del campus de Cáceres, también se contemplan la Facultad de Estudios Empresariales y Turismo y el edificio de Rectorado, por encontrarse ambos alejados del campus pero pertenecientes a la población y ámbito objeto de estudio. En la misma situación se contemplan en el Badajoz la Facultad de Biblioteconomía y documentación y la Escuela Ingeniería Agraria.

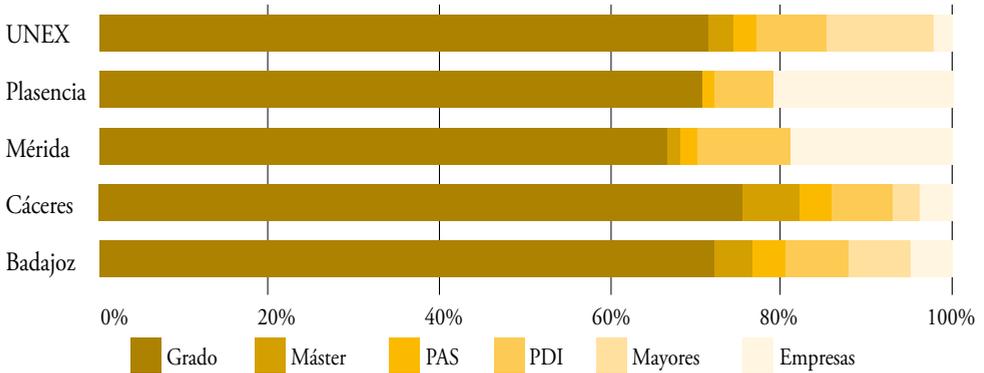
- Información sobre Universidad de Mayores (UMEx, 2015). Se recaba información tabular sobre el número de alumnos matriculados en la UMEx, desagregado igualmente por sexo y centro de adscripción en cada ciudad campus.
- Centros de investigación o empresas vinculadas (2015). Junto a la población interna de la propia universidad, se recopila información sobre el volumen de usuarios externos que acceden igualmente a trabajar a los diferentes centros de investigación o empresas ubicadas en los campus objetos de estudio. Así, en el caso de Cáceres se dispone del número de trabajadores del CENIT Insa e Intromac. De Badajoz, se tiene información similar de Indra Sistemas S.A. y del Parque Científico-Tecnológico de Extremadura (Plasencia y Mérida no tienen centros externos a la UEx cuyos movimientos pudieran ser representativos). Este volumen de trabajadores está desagregado por sexo y centro de trabajo dentro de cada campus universitario.
- Cartografía base (IGN, 2015). Para identificar la ubicación de cada campus universitario, los diferentes centros albergados en cada caso y las zonas residenciales de la población que accede habitualmente a cada campus, se genera información cartográfica en formato “.shp” compatible con entornos GIS genéricos. Parte de esta información se extrae del Instituto Geográfico Nacional (2015) y parte es de generación propia para este estudio.

De los datos de partida se obtiene ya información que permite poder enfocar el estudio en la dirección correcta. A continuación se muestran algunas de las características más importantes de la población de estudio: los usuarios de la Universidad de Extremadura.

### **1.1. Caracterización de la población de estudio**

Una primera impresión sobre la muestra a estudiar, nos la proporciona las clasificaciones de la población en función de la relación que guardan con la Universidad de Extremadura y el centro de estudios al que pertenecen dentro de los campus universitarios.

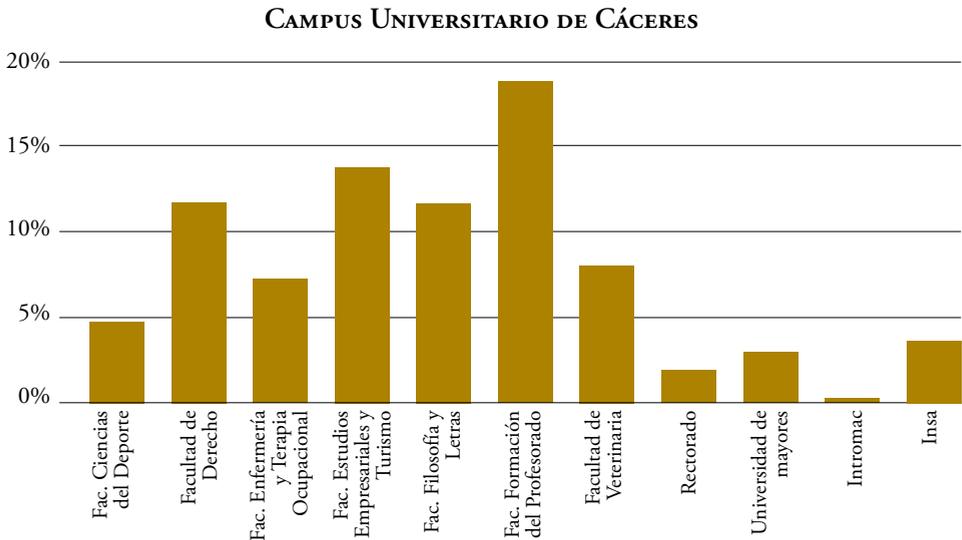
En la Figura 1, se puede observar como el grupo de mayor volumen es el de los estudiantes de grado, seguido por los estudiantes del grupo de mayores y el personal docente e investigador. En menor proporción tenemos el grupo de los estudiantes de master, el personal administrativo y los empleados de las empresas ubicadas en los campus. De esta clasificación podemos adelantar que los grupos con alto porcentaje de representación, tendrán mayor influencia en los resultados del estudio.



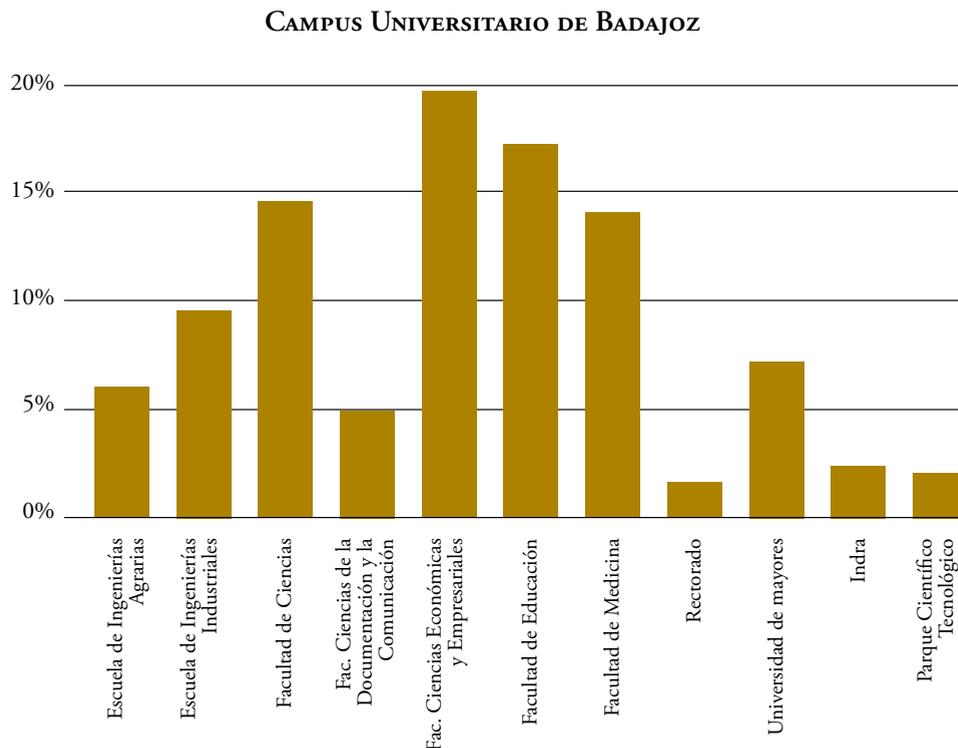
**Figura 1.** Distribución de la población según la vinculación con respecto a la Universidad de Extremadura.

Otra clasificación previa al estudio que se realizó fue clasificar por centros a la población dentro de los dos campus que cuentan con más de un centro de estudios.

Como se observa en la Figura 2, la distribución de la población en función del centro al que pertenecen dentro del campus universitario de la ciudad de Cáceres. En la Figura 3, tenemos la distribución por centros de estudio dentro del campus de la ciudad de Badajoz. Como en la clasificación anterior, los centros con mayor representación de población dentro su respectivo campus universitario tendrá mayor influencia en la movilidad del campus en cuestión.



**Figura 2.** Distribución por centros en el campus universitario de Cáceres.



**Figura 3.** Distribución por centros en el campus universitario de Badajoz.

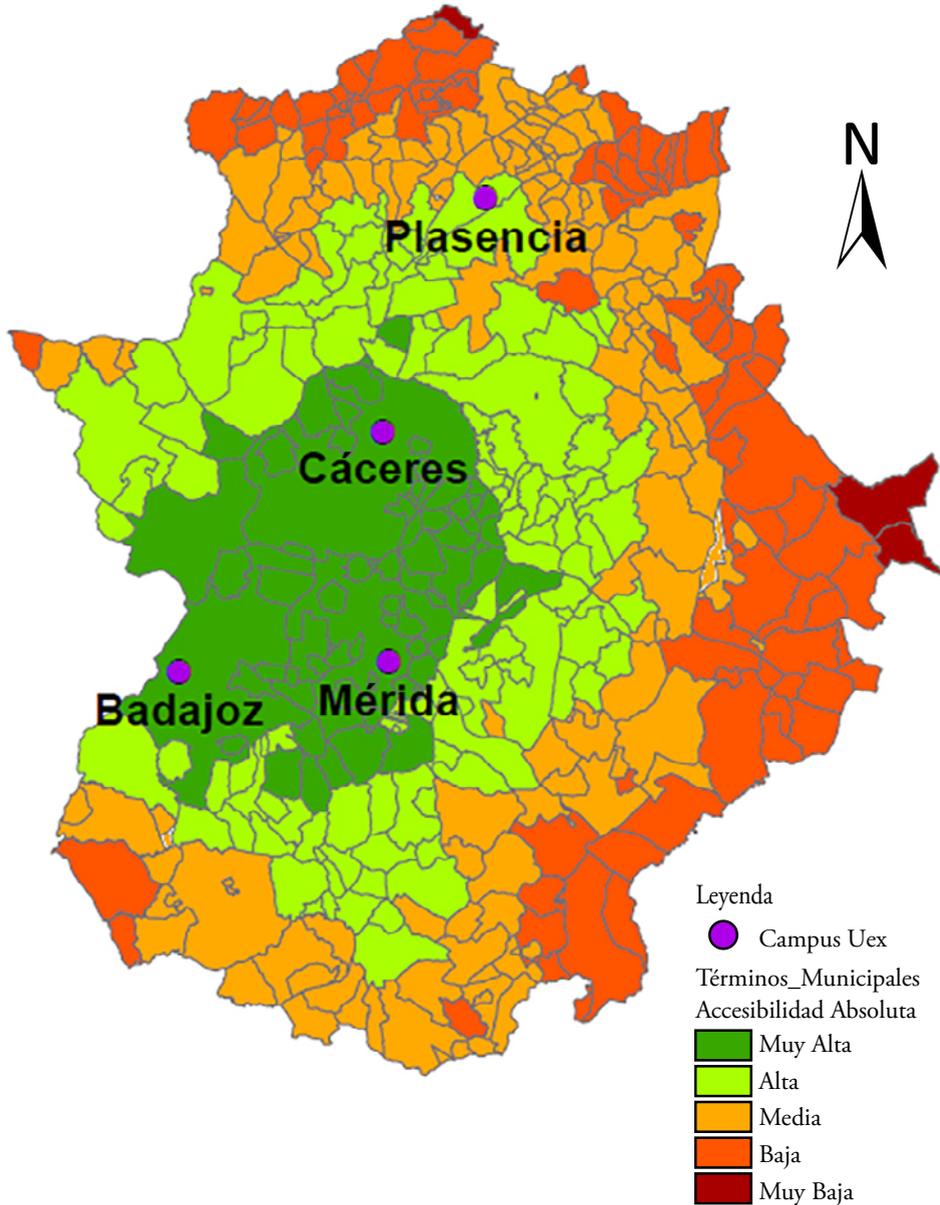
## 1.2. Accesibilidad a los campus de la Universidad de Extremadura

Se puede afirmar que la accesibilidad de una localización es muy importante para su desarrollo económico, social, cultural, urbanístico, etc.; por este motivo, se deben establecer unas correlaciones entre los indicadores de accesibilidad y las variables socioeconómicas y territoriales. En este sentido, el análisis de la accesibilidad puede convertirse en un elemento de pronóstico (Izquierdo y Monzón, 1992).

El indicador de accesibilidad absoluta es sensible a la localización geográfica de los núcleos de población, primando a las zonas centrales, lo que resulta fundamental desde el punto de vista del desarrollo regional, en el que la base territorial no puede obviarse.

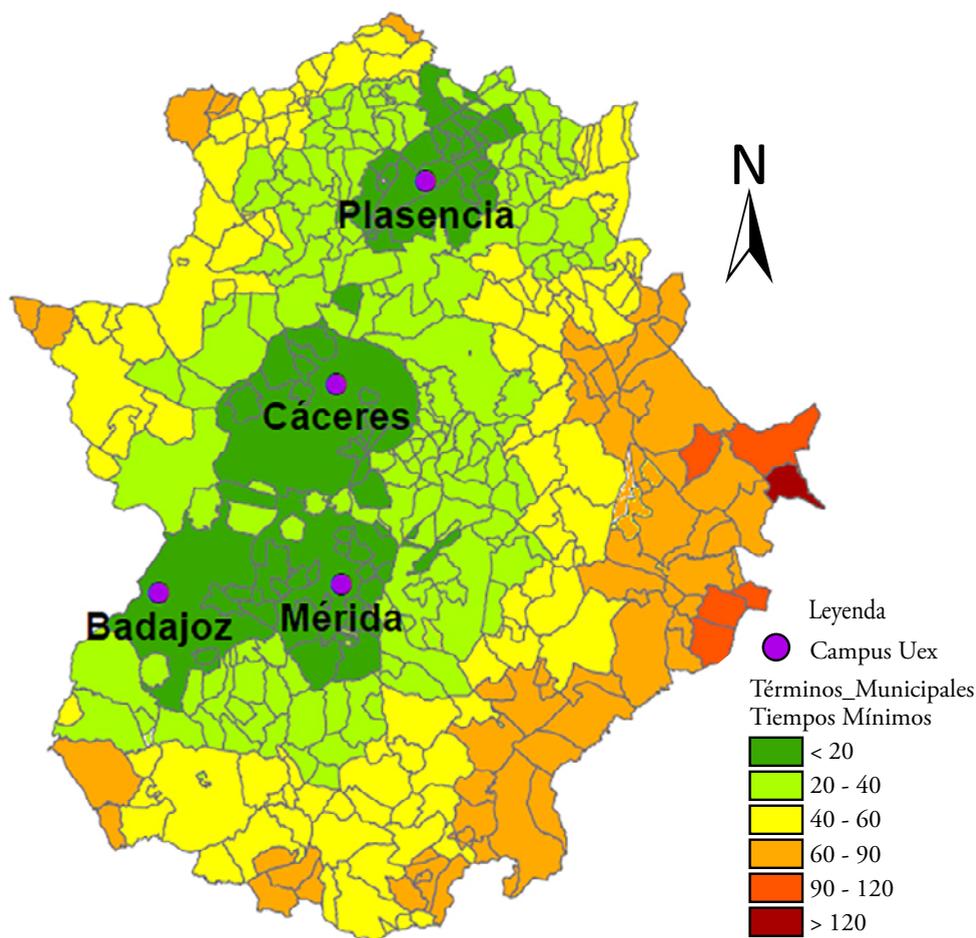
La accesibilidad absoluta mide el grado de interconexión de un punto con el resto de puntos de la región estudiada, relacionando los potenciales de población y el tiempo mínimo a través de la red de los núcleos de población a las principa-

les aglomeraciones urbanas. Se trata de calcular la media ponderada del tiempo mínimo que separa a cada núcleo de población con respecto a las diferentes aglomeraciones urbanas a través de la red (Gutiérrez, J.A., 2010).



**Figura 4.** Representación de accesibilidad absoluta de los centros de la Universidad de Extremadura.

En la Figura 4, observamos cómo la zona de máxima accesibilidad es la comprendida entre las ciudades de Cáceres, Mérida y Badajoz. Esto es fruto de la buena red de infraestructuras con al que cuentan estas ciudades. Gracias a esto, los centros de la Universidad de Extremadura, se acercan sus servicios al resto de la población extremeña. A medida que nos vamos alejando, la accesibilidad disminuye concéntricamente. La ciudad de Plasencia cuenta con una Alta-Media, no teniendo la misma capacidad de permitir la entrada de usuarios a sus centros mediante la infraestructura viaria. Las zonas más alejadas y con peores niveles de accesibilidad son aquellas en las que los accidentes orográficos y las masas de agua que han de superar (ríos y embalses), influyen en buena medida en las infraestructuras de acceso (noroeste, nordeste y este de Extremadura).



**Figura 5.** Representación de tiempos mínimos a los centros de la universidad de Extremadura.

Otro indicador interesante obtenido con entornos GIS y gracias al modelo de transporte creado, es el análisis de tiempos mínimos de acceso a cada ciudad campus extremeña (Figura 5). En este sentido, se observa cómo prácticamente el 80% de la población se encuentra a menos de 1 hora de un centro universitario (y de ellos al menos la mitad, a menos de 40 minutos). Observando estos datos analizamos la calidad del acceso a los centros de la universidad de Extremadura, que en la actualidad es buena, máxime teniendo en cuenta que gran cantidad de usuarios se localizan en los principales núcleos urbanos de esta región ya que buena parte de los estudiantes se desplazan de sus lugares de residencia temporalmente a estos núcleos para realizar sus estudios superiores.

## 2. CAPTURA DE INFORMACIÓN

Para poder realizar este estudio fue necesario recopilar una información, adicional de la población de estudio, para que junto a los datos de partida, se pueda tener una base sólida sobre la que sustentar nuestras afirmaciones y conclusiones.

### 2.1. Encuestas de movilidad

Lo primero que se hizo previo a la explotación de los datos, es detectar cuales son las pautas de movilidad seguidas por los usuarios de la Universidad de Extremadura. Para ello se llevó a cabo un proceso de encuestado de preferencias declaradas en destino. Esto consiste en preguntar a los usuarios cuáles son sus pautas diarias de movilidad para acceder a los diferentes campus de la Universidad de Extremadura.

Para poder realizar este proceso, lo primero que se hizo fue determinar el tamaño mínimo muestral, esto es fundamental para que la información extraída de la encuesta sea representativa de la movilidad de la población total de estudio. Para obtener dicho tamaño muestral se utilizó la siguiente expresión:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde N es la población total a analizar,  $Z^2$  es el valor a contemplar para asegurarse un Intervalo de confianza del 95%, p es la probabilidad de encontrar al perfil tipo a encuestar (en este caso se toma el caso más desfavorable,  $p=0,5$ ), q es  $1-p$  y  $d^2$  es el error máximo asumido en la muestra (en nuestro caso un 5%).

Los tamaños muestrales que arroja la expresión anterior para los distintos campus de la Universidad de Extremadura se muestran en la Tabla 1.

**TABLA 1. TAMAÑOS MÍNIMOS MUESTRALES A ENCUESTAR EN LOS DIFERENTES CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA.**

Campus universitario	Población diana	Nº encuestas
C.U. Plasencia	1.519	307
Campus de Cáceres	10.629	371
C.U. Mérida	932	272
Campus de Badajoz	11.995	372
Totales	25.075	1.322

Con los tamaños mínimos muestrales definidos, el siguiente paso fue configurar la plantilla de la encuesta a realizar a la muestra de estudio. Para ello se utilizó la herramienta web Google Forms con su creador de formularios. En la Figura 6, vemos como ejemplo algunas de las partes del formulario realizado en el Campus de la ciudad de Cáceres.

**Encuesta de movilidad al campus de Cáceres de la Universidad de Extremadura**

Caracterización de los encuestados

Edad

Tu respuesta

Género

Masculino

Femenino

Centro de trabajo/estudios

El encuestado deberá especificar el centro en el que desarrolla preferentemente su laboral o educativa

Elige

**Desplazamientos semanales habituales**

El entrevistado deberá describir sus desplazamientos habituales al Campus de Cáceres a lo largo de la semana, indicando el modo de desplazamiento, el tiempo empleado y el origen o el destino.

	Mañana	Todo el día comiendo en el campus	Todo el día no comiendo en el campus	Tarde
Lunes	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Martes	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Miércoles	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jueves	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Viernes	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tiempo de desplazamiento desde el origen al campus \*

< 10 minutos

Origen/Destino del desplazamiento al campus \*

Ciudad de Cáceres

SIGUIENTE

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

**Figura 6.** Partes del formulario de encuesta realizado a la muestra de estudio en el Campus de Cáceres.

Otro criterio a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo el proceso de encuestado es realizar las encuestas a todos los grupo que nos encontramos en cada centro en la misma proporción en que se encuentran en la población total, con el fin de conseguir unos resultados lo más representativos y que más se asemejen a dicha población.

Para obtener estas encuestas se envió el formulario a los diferentes responsables de cada centro, con el fin de maximizar su difusión. No obstante también fue necesario realizar encuestas in situ en los diferentes centros.

Tras realizar el proceso de encuestado, nos encontramos con un número mayor de respuestas al tamaño mínimo muestral, esto nos asegura poder disponer de la información suficiente para representar la movilidad de los usuarios que acceden diariamente a la Universidad de Extremadura (Tabla 2).

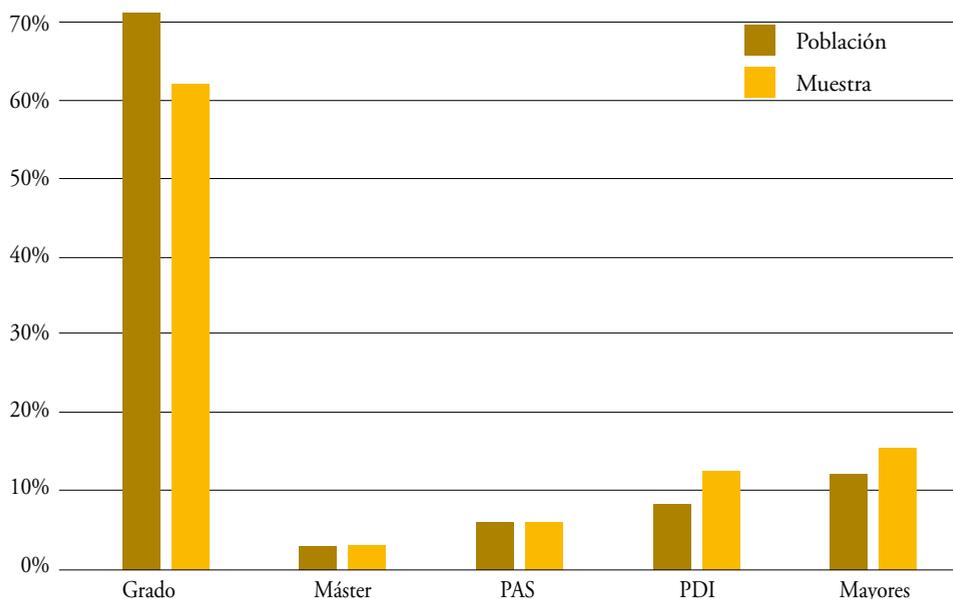
**TABLA 2. MUESTRA FINAL OBTENIDA DEL PROCESO DE ENCUESTADO EN LOS CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA.**

Campus universitario	Censo	Encuestas iniciales	Encuestas finales	Alumnos encuestados	Trabajadores encuestados
Plasencia	1.519	307	309	192	117
Cáceres	10.629	371	908	458	450
Mérida	932	272	298	171	127
Badajoz	11.995	372	673	509	164

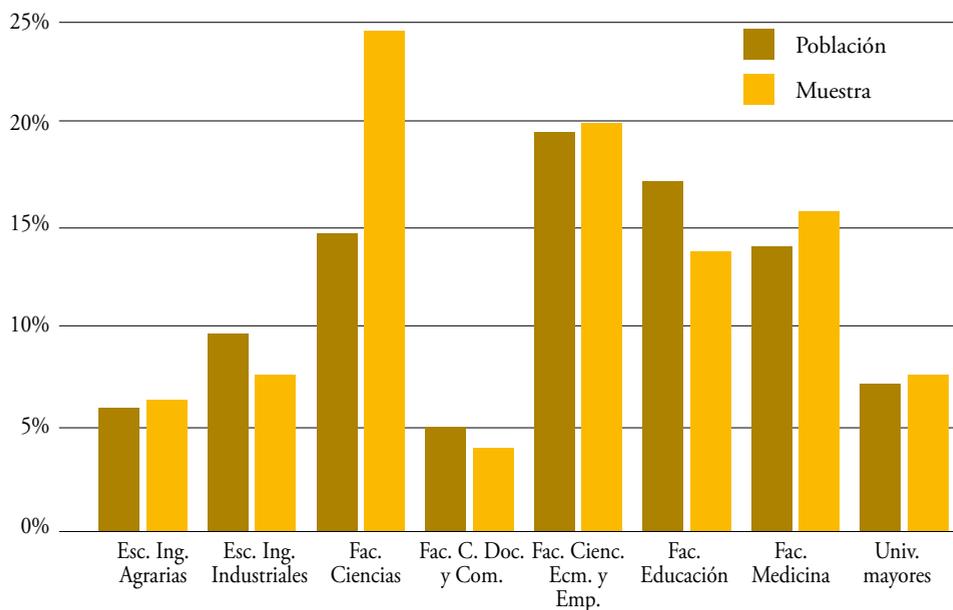
### 2.1. Ajuste de la muestra

Una vez realizada la encuesta a la muestra, es necesario comprobar que lo que se toma como cierto, que la representación de la muestra sobre los usuarios de la Universidad de Extremadura es cierta. Para ello se realizó una comparación de los datos que tenemos del total de la población con los datos extraídos de la muestra de estudio.

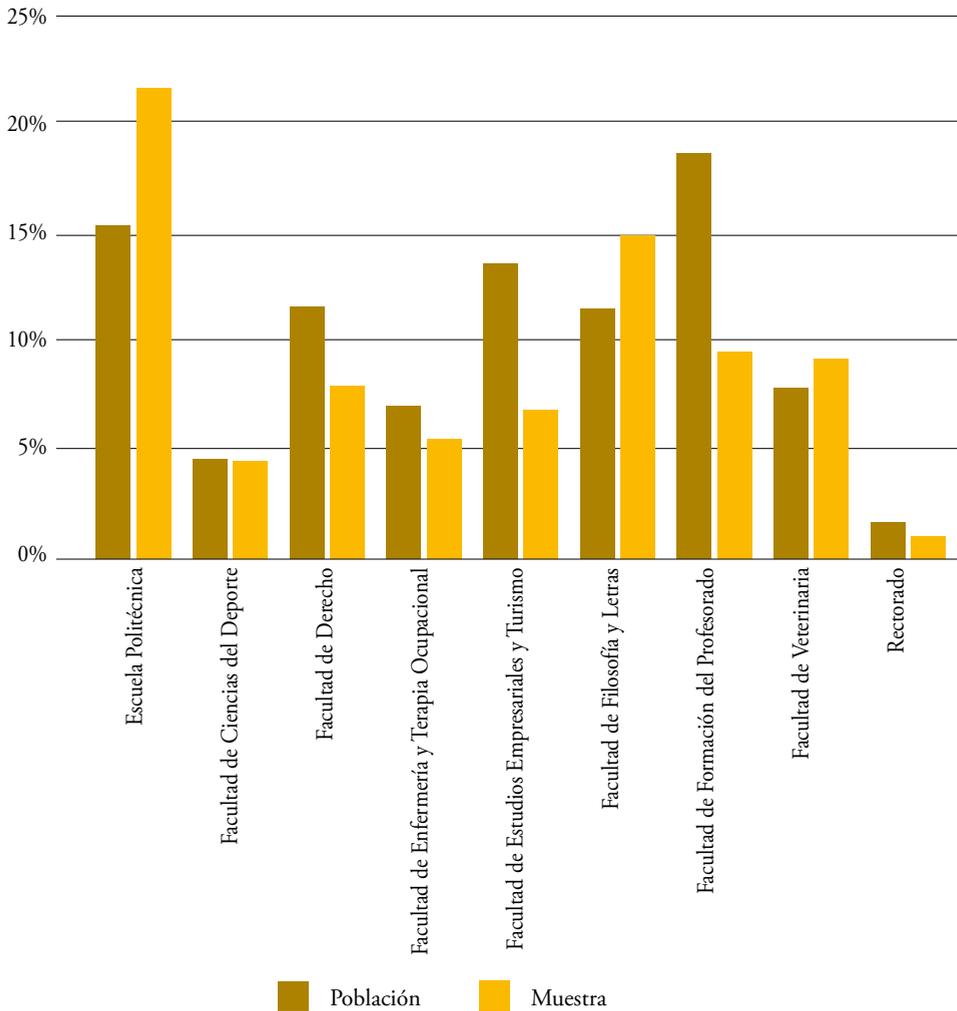
En la Figura 7, se puede observar como la muestra obtenida del proceso de encuestado tiene similitud con los datos globales de la población de estudio, en cuanto a vinculación con la Universidad se refiere. Sin embargo, en la Figura 8 y Figura 9, comparando la muestra con la población total en función del centro al que están asociados los usuarios, se puede ver una cierta desviación. Esto nos lleva a obtener unos resultados que no pueden ser del todo representativos.



**Figura 7.** Comparación entre muestra y población sobre la vinculación con la Universidad de Extremadura



**Figura 8.** Comparativa entre muestra y población sobre los centros del campus de Badajoz



**Figura 9.** Comparativa entre muestra y población sobre los centros del campus de Cáceres

Para evitar posibles desviaciones debida a la desigual estratificación de la muestra, se realizó un ajuste en función de los centros, con el fin de dar a cada centro el valor que le corresponde según la representación en la población de estudio. Una vez ajustada la muestra estamos en disposición de poder extraer de ella toda la información pertinente para nuestro estudio. En la tablas 3, 4 y 5 vemos los factores de ajuste correspondientes a cada centro. Dichos factores se aplicaran a los datos, transformando estos en datos ajustados.

**TABLA 3. AJUSTE DE LA MUESTRA PARA LOS CENTROS DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DE BADAJOZ**

Población	Muestra	Centros	Factor de Ajuste
6%	6%	Escuela de Ingeniería Agrarias	0,938
10%	8%	Escuela de Ingeniería Industriales	1,230
15%	25%	Facultad de Ciencias	0,595
5%	4%	Facultad de Documentación y la Comunicación	1,249
20%	20%	Facultad de CC. Económicas y Empresariales	0,982
17%	14%	Facultad de Educación	1,261
14%	16%	Facultad de Medicina	0,897
7%	8%	Universidad de Mayores	0,938

**TABLA 4. AJUSTE DE LA MUESTRA PARA LOS CENTROS DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DE CÁCERES**

Población	Muestra	Centros	Factor de Ajuste
15%	22%	Escuela Politécnica	0,705
5%	5%	Facultad de Ciencias del Deporte	1,001
12%	8%	Facultad de Derecho	1,425
7%	6%	Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional	1,250
14%	7%	Facultad de Estudios Empresariales y Turismo	1,971
12%	15%	Facultad de Filosofía y Letras	0,972
19%	10%	Facultad de Formación del Profesorado	1,975
8%	9%	Facultad de Veterinaria	0,863
2%	1%	Rectorado	1,421

**TABLA 5. AJUSTE DE LA MUESTRA EN FUNCIÓN DEL CAMPUS UNIVERSITARIO**

Población	Muestra	Centros	Factor de Ajuste
6%	14%	Plasencia	0,429
42%	41%	Cáceres	1,021
4%	14%	Mérida	0,273
48%	31%	Badajoz	1,555

### 2.3. Aforos de tráfico

Junto a las encuestas de preferencias declaradas realizadas en destino, también se llevó a cabo un proceso de aforado del tráfico en los dos principales campus de la universidad de Extremadura (los de las ciudades de Cáceres y Badajoz), ya que en estos es donde la movilidad generada por los desplazamientos a los mismos causa mayores problemas debido a la mayor afluencia de personas que en los centros de estudios universitarios de Plasencia y Mérida.

Para realizar estos aforos, lo primero que se realizó fue planificar dicho conteo en un día (aforo de referencia), el cual sea representativo de la movilidad diaria del campus de estudio. Como este aforo se pretende representar un día tipo en el tráfico de los vehículos que acceden al campus y poder identificar las horas de mayor intensidad de tráfico (hora punta o HP).

Para el ya mencionado aforo de referencia, se establece una franja de conteo desde las 7:45 de la mañana, para obtener toda la información de los primeros vehículos que accede al campus, hasta las 22:30, recopilando así hasta el último dato de la salida del campus universitario. Dicho aforo cuenta con la información identificada por sentido de circulación y por el modo de transporte en el que se accede (Automóvil, Autobús Urbano, Moto, Camiones o Furgonetas, Bicicleta y caminando), agrupadas en franjas de tiempo de 15 minutos.

Con el fin de tomar toda esta información lo más clara y ordenada posible, se creó una plantilla diseñada en papel (Figura 10). Una vez finalizado el proceso de aforo, toda la información fue volcada a formato digital, con el fin de analizarla a través de una base de datos relacional. La estructura de la información digital mantuvo el mismo formato que la inicialmente recogida en papel para evitar la posible pérdida de información en la digitalización de los mismos.

	<b>AFORO MANUAL VIARIO</b>						CATEG. TRAMO:	EQUIPO:	HOJA:
	DE ___:___	DE ___:___	DE ___:___	DE ___:___	DE ___:___	DE ___:___	TRAMO:	SENTIDO:	FECHA:
ESTACION:									
<b>TURISMOS</b>									
<b>CAMIONES LIGEROS FURGONES</b>									
<b>PEATONES</b>									
<b>BUS</b>									
<b>MOTOS</b>									
<b>BICIS</b>									
<b>OBSERVACIONES:</b>									

**Figura 10.** Plantilla empleada en el periodo de aforo para la recogida de los datos.

Una vez terminado el proceso de aforo en el día de referencia, tanto en el campus de Cáceres como en Badajoz, realizado un martes (día elegido como el más estable a lo largo de la semana) fuera de cualquier periodo anómalo en el calendario universitario, obtenemos datos similares en lo que a hora punta u hora de máxima intensidad de tráfico se refiere.

En el caso del campus de Cáceres, como se muestra en Figura 11, se ha obtenido una hora punta de entrada en la franja horaria entre las 8:45 y las 9:45 horas con una intensidad de 667 vehículos, observando pasado dicho periodo un descenso del tráfico hasta la hora comprendida entre las 16:00 y las 17:00 donde se observa un repunte del tráfico en la entrada a las clases del periodo de tarde. En cuanto a la salida, una tendencia ascendente en el tráfico hasta llegar a la hora de mayor intensidad que se encuentra entre las 14:00 y las 15:00 horas con un total de 675 vehículos contabilizados. Después de este periodo se observa una disminución del tráfico para después aumentar de nuevo entorno a las 18:00 para mantenerse constante hasta el final de las clases a las 21:00 horas donde prácticamente desaparece o se vuelven muy esporádicos.

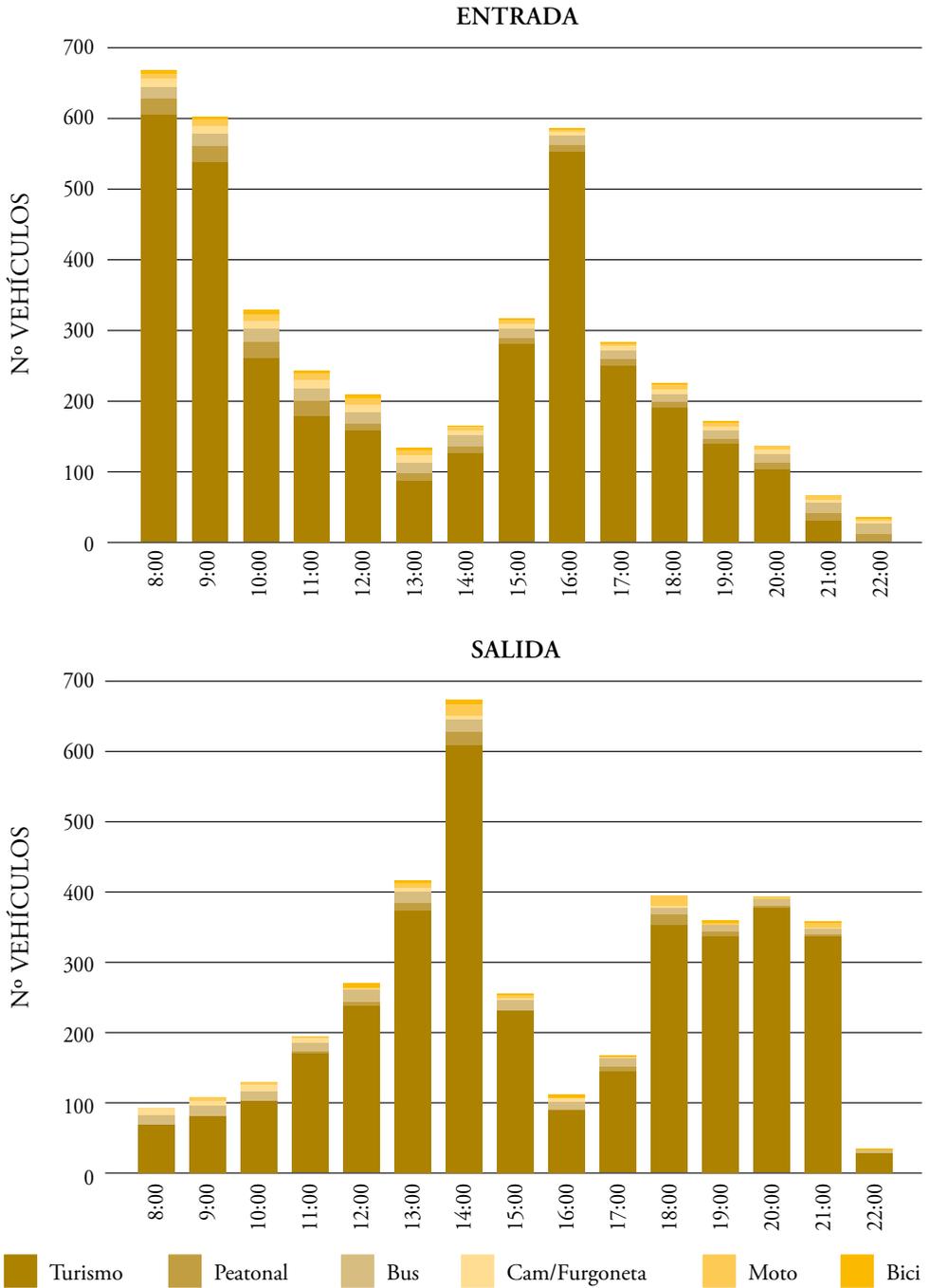


Figura 11. Representación de los datos de aforo en el campus de la ciudad de Cáceres.

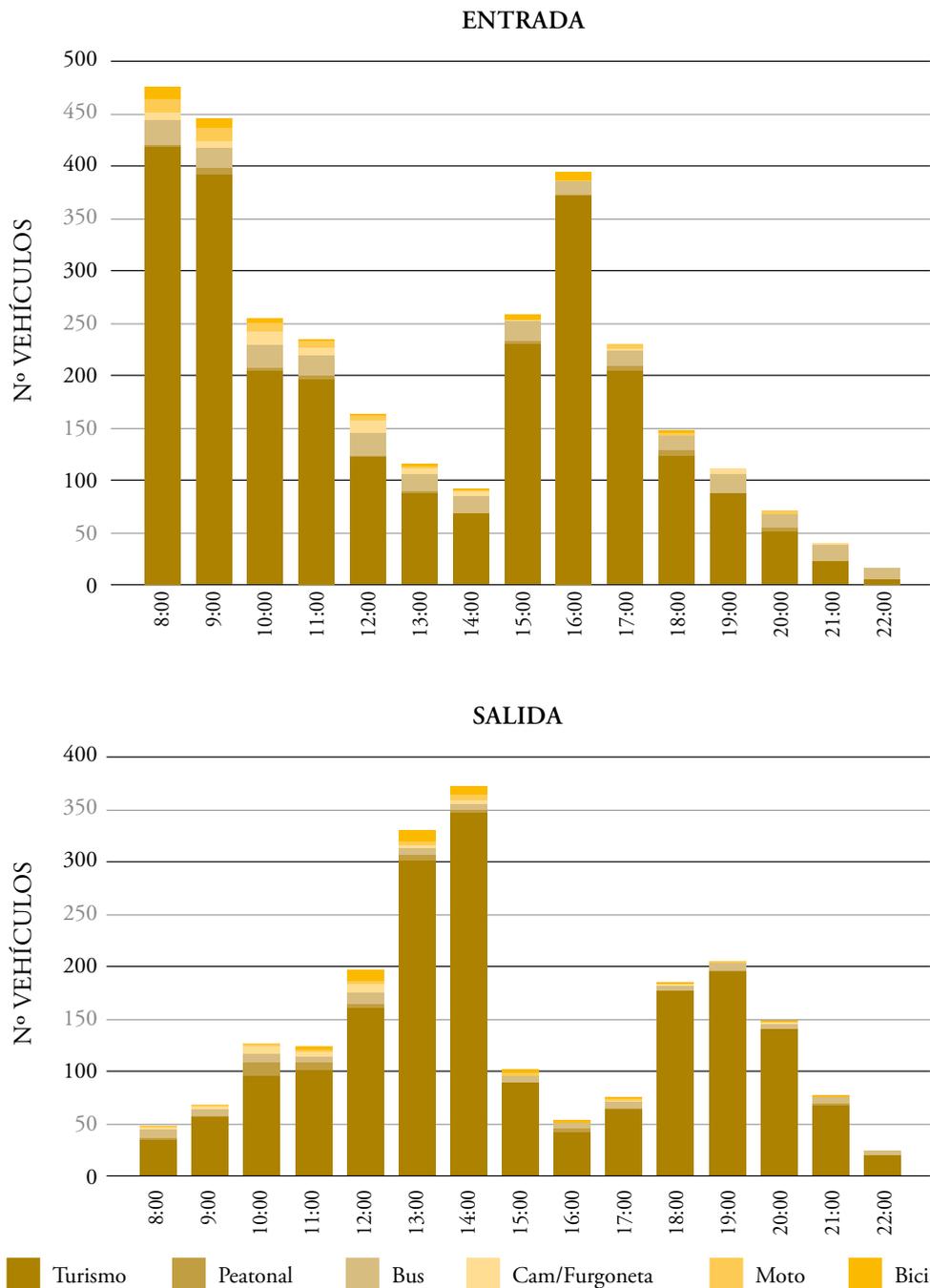


Figura 12. Representación de los datos extraídos del aforo del campus de la ciudad de Badajoz.

Con el periodo de hora punta identificado, el siguiente paso para realizar el aforo completo de los campus, fue realizar conteos en todos los accesos en las horas de máxima intensidad durante un periodo semanal, viendo así, como fluctúa el tráfico a lo largo de la semana. Como el tráfico obtenido en dichas horas punta en cada día de la semana, y el tráfico de referencia se extrapola un volumen de vehículos para cada día de la semana. Esto nos sirve tanto para conocer el volumen de vehículos citado como para validar la encuesta realizada a los usuarios en destino. El método de aforo empleado es el mismo que el utilizado para el aforo de referencia.

#### 2.4. Ajustes de viajes

Con el aforo de vehículos realizado a los dos campus de la Universidad de Extremadura, se pasó a realizar el segundo paso, y uno de los fines para los que fue pensado el conteo. Se realizó una confrontación de los resultados obtenidos de la encuesta con respecto a los modos utilizados para los desplazamientos a los campus y los arrojados por los aforos, con el fin de validar la encuesta realizada.

Para realizar dicho ajuste lo primero que se realizó fue obtener el número de viajes que se realizan en automóvil, identificados por día de la semana y franja diaria del desplazamiento. En las tablas 6, 7, 8 y 9 vemos estas clasificaciones para los centros de Plasencia, Cáceres, Mérida y Badajoz.

**TABLA 6. CLASIFICACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS EN AUTOMÓVIL POR DÍA Y FRANJA DIARIA EN EL CENTRO DE PLASENCIA**

Centro Universitario de Plasencia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	75	68	66	75	65
Tarde	40	19	36	23	12
Todo el día comiendo en el campus	3	3	2	1	0
Todo el día no comiendo en el campus	14	22	26	13	7

**TABLA 7. CLASIFICACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS EN AUTOMÓVIL POR DÍA Y FRANJA DIARIA EN EL CAMPUS DE CÁCERES**

Centro Universitario de Cáceres	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	255	244	246	242	308
Tarde	27	50	26	54	14
Todo el día comiendo en el campus	89	90	93	89	40
Todo el día no comiendo en el campus	131	137	130	128	55

**TABLA 8. CLASIFICACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS EN AUTOMÓVIL POR DÍA Y FRANJA DIARIA EN EL CENTRO DE MÉRIDA**

Centro Universitario de Mérida	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	56	44	50	48	57
Tarde	65	15	62	18	9
Todo el día comiendo en el campus	8	11	12	4	3
Todo el día no comiendo en el campus	14	17	14	14	5

**TABLA 9. CLASIFICACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS EN AUTOMÓVIL POR DÍA Y FRANJA DIARIA EN EL CAMPUS DE BADAJOZ**

Centro Universitario de Badajoz	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	141	134	125	129	136
Tarde	71	117	79	118	26
Todo el día comiendo en el campus	6	11	10	12	4
Todo el día no comiendo en el campus	49	49	51	48	34

Una vez tenemos identificados los desplazamientos diarios en cada centro, es necesario identificar los parámetros de la encuesta sobre la relación de la población total y la muestra y la ocupación de los automóviles por cada centro. Dichos parámetros se resumen en la Tabla 10.

**TABLA 10. DATOS MUESTRALES EXTRAÍDOS DE LA ENCUESTA PARA LOS CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA**

Emplazamientos Universitarios	Censo	Nº Encuestas	Enc./Censo	Ocupación
Plasencia	1.519	309	20,3%	1,30
Cáceres	10.629	908	8,5%	1,61
Mérida	932	298	32,0%	1,62
Badajoz	11.995	673	5,6%	1,91

Teniendo en cuenta estos parámetros y los desplazamientos para cada campus universitario, calculamos para cada día de la semana, el número de desplazamientos que se realizan en automóvil y el número de coches que acceden a cada campus. Para ello se tienen en cuenta los viajes encuestados que utilizan este modo de transporte cada día de la semana. Para obtener este número de desplazamientos se aplicó la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ viajes}_{\text{Total}} = \frac{N^{\circ} \text{ viajes}_{\text{Enc.X}} * \text{Censo}}{N^{\circ} \text{ encuestas}}$$

Donde  $N^{\circ} \text{ viajes}_{\text{Total}}$  es el número de viajes que realiza la muestra encuestada en vehículo privado a lo largo del día de la semana “X”, el Censo es el total poblacional usuario habitual del campus en cuestión y  $N^{\circ} \text{ encuestas}$  es el número total de encuestas realizadas.

Para el caso del número total de vehículos que acceden a cada campus, considerando el día en el que se ha realizado el aforo de referencia y el número de viajes en vehículo privado según la encuesta, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ coches}_{\text{Total}} = \frac{\text{Censo} * N^{\circ} \text{ coches}_{\text{Enc.}}}{N^{\circ} \text{ encuestas}}$$

Donde  $\text{Censo}$  es el total poblacional usuario habitual del campus,  $\text{Censo} * N^{\circ} \text{ coches}_{\text{Enc.}}$  es el número de vehículos privados identificados con la encuesta ( $\text{viajes/ocup}_{\text{veh.}}$ ) y  $N^{\circ} \text{ encuestas}$  es el número total de encuestas realizadas.

A continuación en las tablas 11, 12, 13 y 14 se resumen los resultados que arrojan las expresiones anteriores identificadas por campus de estudio.

**TABLA 11. NÚMERO DE DESPLAZAMIENTOS Y AUTOMÓVILES ATRAÍDOS POR EL CENTRO UNIVERSITARIO DE PLASENCIA**

Centro Universitario de Plasencia	Nº Viajes ENC.	Nº Coches ENC	Nº Viajes TOTAL	Nº Coches TOTAL
Lunes	146	113	718	554
Martes	134	103	659	508
Miércoles	156	120	767	592
Jueves	125	96	614	474
Viernes	91	70	447	345

**TABLA 12. NÚMERO DE DESPLAZAMIENTOS Y AUTOMÓVILES ATRAÍDOS POR EL CAMPUS UNIVERSITARIO DE CÁCERES**

Campus Universitario de Cáceres	Nº Viajes ENC.	Nº Coches ENC	Nº Viajes TOTAL	Nº Coches TOTAL
Lunes	633	393	7.410	4.602
Martes	658	409	7.703	4.784
Miércoles	625	388	7.316	4.544
Jueves	641	398	7.504	4.661
Viernes	472	293	5.525	3.432

**TABLA 13. NÚMERO DE DESPLAZAMIENTOS Y AUTOMÓVILES ATRAÍDOS POR EL CENTRO UNIVERSITARIO DE MÉRIDA**

Campus Universitario de Mérida	Nº Viajes ENC.	Nº Coches ENC	Nº Viajes TOTAL	Nº Coches TOTAL
Lunes	157	97	491	303
Martes	104	64	325	201
Miércoles	152	94	475	294
Jueves	98	61	306	189
Viernes	79	49	247	153

**TABLA 14. NÚMERO DE DESPLAZAMIENTOS Y AUTOMÓVILES ATRAÍDOS POR EL CAMPUS UNIVERSITARIO DE BADAJOZ**

Campus Universitario de Badajoz	Nº Viajes ENC.	Nº Coches ENC	Nº Viajes TOTAL	Nº Coches TOTAL
Lunes	316	166	5.632	2.956
Martes	360	189	6.416	3.367
Miércoles	316	166	5.632	2.956
Jueves	355	186	6.327	3.320
Viernes	234	123	4.171	2.189

Una vez realizados los cálculos pertinentes para conocer el número de automóviles que acceden a los diferentes campus universitarios según la encuesta realizada a la muestra, pasamos a obtener dicha información de los conteos realizados en los aforos in situ en los accesos a los campus.

Para obtener esta información se utilizó el aforo de referencia en el acceso principal como fuente de aporte de datos globales y los conteos en horas puntos a lo largo de la semana en cada uno de los accesos como factor de extrapolación para llegar al número total de desplazamientos que existen en el campus.

En primer lugar se realizó este estudio en el campus universitario de Cáceres, iniciando este proceso estimando un flujo de automóviles para los accesos secundarios al campus (Politécnica e Intromac), ya que con el aforo de referencia solo contamos con esta información para el acceso principal. Este proceso se realizó a

través de los porcentajes de vehículos que acceden al campus por cada entrada. Para obtener estos flujos se utilizó la siguiente expresión:

$$Entrada_{Politéc.} = \frac{Aforo_{Ent.Ppal.} * \%tráf.Politéc.}{\%tráf.Ent.Ppal.}$$

Donde  $Entrada_{Politéc.}$  es el número de vehículos privados que acceden por la entrada de la Escuela Politécnica,  $Aforo_{Ent.Ppal.}$  es el número de vehículos privados detectados en la campaña de aforo en la entrada principal al campus,  $\%tráf.Politéc.$  es el porcentaje de tráfico en vehículo privado que soportan la entrada al campus por la Escuela Politécnica en la campaña en hora punta y  $\%tráf.Ent.Ppal.$  es el porcentaje de tráfico en vehículo privado que soporta la entrada principal al campus.

Esta expresión es aplicable para la otra entrada cambiando los datos anteriores por los del acceso en cuestión. Los resultados obtenidos de la expresión anterior se resumen en la Tabla 15.

**TABLA 15. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL AFORO DEL CAMPUS DE CÁCERES**

	Entrada Principal		Entrada Intromac		Entrada Politécnica	
	Nº Vehículos	Entrada Total	Nº Vehículos	Entrada Total	Nº Vehículos	Entrada Total
Lunes	637	83%	59	8%	69	9%
Martes	682	83%	60	7%	78	10%
Miércoles	640	83%	62	8%	65	8%
Jueves	652	85%	58	8%	59	8%
Viernes	483	85%	33	6%	50	9%

Una vez estimados los automóviles que acceden por las entradas restantes de las que no disponíamos de datos de entrada en un día completo, el siguiente paso es sumar todos los vehículos asignados actualmente a cada entrada, obteniendo así el tráfico diario para cada día de la semana. En la Tabla 16, vemos el número de automóviles por día de la semana y en función del acceso al campus.

$$N^{\circ} \text{ coches}_{Total} = Aforo_{Ent.Ppal.} + Entrada_{Politéc.} + Entrada_{Intromac}$$

**TABLA 16. VEHÍCULOS ESTIMADOS SEGÚN LOS AFOROS EN EL CAMPUS DE CÁCERES**

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	Nº Vehículos	Nº Vehículos	Nº Vehículos	Nº Vehículos	Nº Vehículos
Entrada Principal	3.595	3.853	3.604	3.613	2.660
Estimación Entrada Intromac	333	339	349	321	182
Estimación Entrada Politécnica	389	441	366	327	275
Total	4.317	4.633	4.319	4.261	3.117

Para el campus de la ciudad de Badajoz, que es el otro campus en el que se realizaron los aforos de vehículos en los diferentes puntos de acceso, se siguió el mismo proceso que para el campus de Cáceres. En primer lugar en la Tabla 17, vemos el porcentaje de automóviles que acceden al campus por las diferentes entradas y el número de automóviles de estimado. En este caso por la complejidad en la toma de datos solo se consideró analizar los días martes, miércoles y jueves (días centrales de la semana y a priori más estables a lo largo del periodo lectivo).

**TABLA 17. RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL AFORO EN EL CAMPUS DE BADAJOZ**

	MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES	
	Nº Vehículos	Entrada Total	Nº Vehículos	Entrada Total	Nº Vehículos	Entrada Total
Entrada Principal 1	329	38%	339	42%	297	39%
Entrada Principal 2	181	21%	141	18%	163	21%
Entrada Derecha 1	123	14%	130	16%	102	13%
Entrada Derecha 2	171	20%	124	15%	147	19%
Entrada Izquierda	66	8%	68	8%	50	7%

Con el número de automóviles estimados en un día completo para cada acceso al campus y para los tres días de estudio, sumamos todos vehículos asignados actualmente a cada entrada, obteniendo así el tráfico diario para cada día de la semana. En la Tabla 18, vemos el número de automóviles por día de la semana y en función del acceso al campus.

**TABLA 18. VEHÍCULOS ESTIMADOS SEGÚN LOS AFOROS PARA EL CAMPUS DE BADAJOZ**

	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
	Nº Vehículos	Nº Vehículos	Nº Vehículos
Entrada Principal 1	1.716	1.768	1.549
Entrada Principal 2	976	760	879
Entrada Derecha 1	630	666	523
Entrada Derecha 2	784	569	674
Entrada Izquierda	326	336	247
Total	4.433	4.099	3.872

$$N^{\circ} \text{ coches}_{Total} = Aforo_{Ent.Ppal1} + Aforo_{Ent.Ppal2} + Entrada_{Der1} + Entrada_{Der2} + Entrada_{Izq}$$

El último paso para saber si la encuesta realizada se ajusta a lo que nos encontramos realmente en los campus de estudio fue comparar el número de automóviles extraídos de la encuesta y extrapolados a la población total con los que nos arrojan las estimaciones del conteo.

**TABLA 19. COMPARATIVA DE AUTOMÓVILES EN FUNCIÓN DEL DÍA ENTRE LA ENCUESTA Y LO OBSERVADO EN EL CAMPUS DE CÁCERES**

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Encuesta	4.602	4.784	4.544	4.661	3.432
Aforo	4.317	4.633	4.319	4.261	3.117
Error	7%	3%	5%	9%	10%

En la Tabla 19, vemos que la diferencia de vehículos entre la encuesta y el aforo en el día que se realizó el aforo de referencia, es de 151, lo que supone un error

aceptable (3%). En lo que respecta al resto de días, teniendo en cuenta que el valor es estimado se puede considerar válido el error cometido (en torno a un 7%). La diferencia observada entre los vehículos calculados con la encuesta y los del aforo en favor de los primeros, se justifica por el hecho de que hay usuarios que han realizado la encuesta y que revelan que acceden al campus cacereño todos los días en vehículo privado, pero no lo hacen con la misma asiduidad realmente (de ahí que el aforo de vehículos observado sea ligeramente menor).

**TABLA 20. COMPARATIVA DE AUTOMÓVILES EN FUNCIÓN DEL DÍA ENTRE LA ENCUESTA Y LO OBSERVADO EN EL CAMPUS DE BADAJOZ**

	Martes	Miércoles	Jueves
Encuesta	3.367	2.956	3.320
Aforo	4.433	4.099	3.872
Error	24%	28%	14%

En la Tabla 20, vemos que las diferencias entre lo recogido en el aforo y lo que extraemos de la encuesta son mayores. Esto es debido al tráfico que soporta las infraestructuras viales del campus pero que no acuden a él, sino que es un tráfico inducido por el resto de servicios que lo rodean. Este volumen de vehículos según las diferencias estaría estimado en unos 1.000 vehículos, siendo esta una cifra razonable.

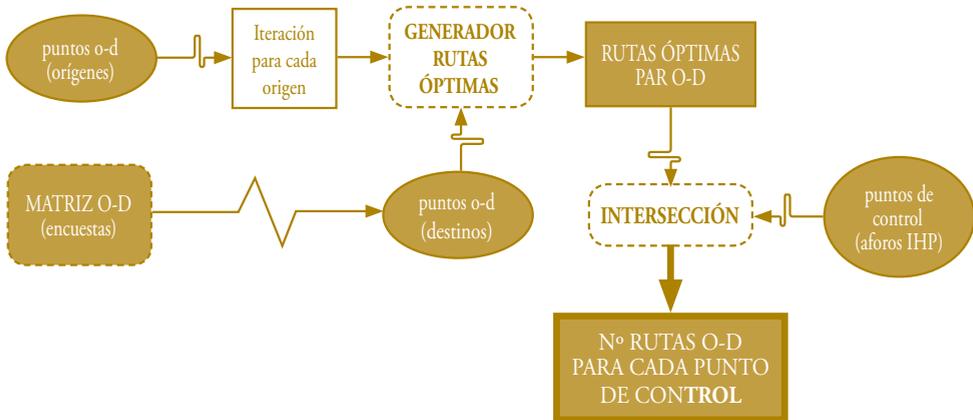
En definitiva, estos datos permiten dar por bueno el proceso de encuesta y explotar el resto de información derivada con la que caracterizar la movilidad tanto del campus de Cáceres y Badajoz, como del resto de centros de la Universidad de Extremadura.

### 3. EL MODELO DE TRANSPORTE

En este apartado del documento se describe la metodología empleada para la creación del modelo bimodal de transporte utilizado. Dicho modelo se comenzó modelizando físicamente los desplazamientos que los diferentes usuarios realizan para acudir a las instalaciones de la Universidad de Extremadura. Eso implica identificar la posición tanto de los orígenes de los desplazamientos (domicilios de los usuarios de la universidad de Extremadura) como de los destinos (centros de la Universidad de Extremadura).

Con lo citado anteriormente definido, se pasó a generar una matriz que relaciona los orígenes con los destinos (matriz O/D). Esto nos permite poder relacionar cada origen con cada centro de destino, identificando así los desplazamientos realizados por nuestros usuarios. Con la creación de este modelo conseguimos poder estimar los flujos de los viajes que se realizan por parte de los usuarios en la red de transporte pertinente, llegando a conocer y predecir las propiedades del objeto real de estudio.

La creación del modelo de transporte enunciado brevemente en estos primeros párrafos y que se desarrolla en su totalidad a continuación, sigue el esquema de la Figura 13.



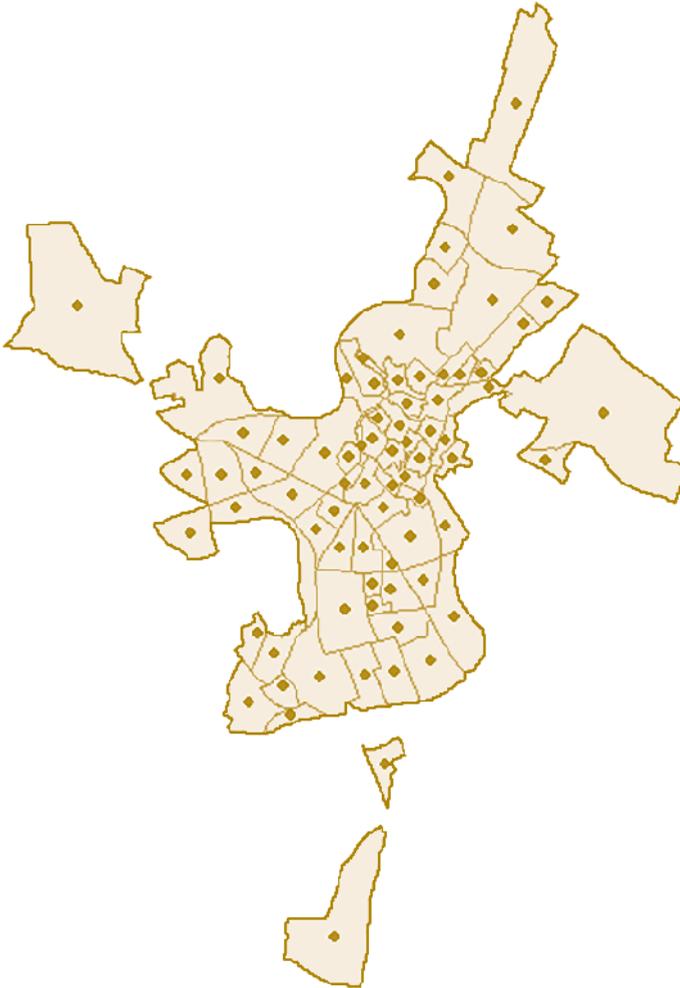
**Figura 13.** Etapas del modelo de transporte empleado para modelizar los desplazamientos.

El comienzo de la realización del modelo de transporte vino dado por los datos que se obtuvieron de la encuesta realizada previamente a los usuarios de la Universidad de Extremadura. De esta encuesta se extraen diferentes datos, como son el domicilio de residencia, el centro de trabajo o estudio, el género y la edad del usuario, modo de transporte, rutinas de desplazamiento, etc. Los datos más relevantes a la hora de iniciar el modelo de transportes fueron los de dirección de residencia del usuario y el centro al cual se desplaza. Para llevar a cabo la modelización física, se partió de los datos de residencia. Dichos datos son tomados como origen para el modelo de transporte.

Para materializar físicamente estos orígenes, se tomó como punto de referencia el núcleo principal del municipio de residencia del usuario. A excepción de en las cuatro ciudades con centros universitarios (Cáceres, Badajoz, Plasencia y Mérida),

que se utilizaron como punto de referencia el núcleo principal de la barriada donde reside el usuario. Esto se realizó así debido al amplio radio de movimientos que se tomaría como cero, si toda la ciudad se representara en un mismo punto, perdiendo todo el movimiento interno de las principales ciudades.

Se disponía de la información espacial del centroide del núcleo principal de cada municipio, pero no es así con la información necesaria de las barriadas. Por tanto, se localizaron los centroides de las barriadas necesarias en latitud y longitud. Una vez realizado este proceso, contamos con la modelización física de todos los orígenes.



**Figura 14.** Ejemplo de barriadas referenciadas a su centroide en la ciudad de Cáceres.

Llegados a este punto, se encontró la necesidad de crear los centros de generación-atracción. Estos puntos son los que en la encuesta corresponden a los centros de trabajo o estudio, la razón de ser de la movilidad obligada de nuestro estudio. Estos centros son los que generan la necesidad del desplazamiento de los usuarios.

Se contaba con la dirección donde se ubican los diferentes centros, al igual que se hizo con los orígenes, se obtuvieron las coordenadas correspondientes de cada centro. Una vez se tienen dichas coordenadas, se utilizaron como punto de referencia del centro, al igual que los núcleos de población en los orígenes, utilizando los centroides como punto de representación de los campus.



**Figura 15.** Localización de los centros que engloba la Universidad de Extremadura.

Una vez que tenemos referenciados a un punto de coordenadas conocidas tanto los orígenes como los destinos, introducimos estos datos en la herramienta que nos ayudara a realizar el modelo. En el programa informático utilizado, también se introdujo una cartografía de las ciudades con campus y centros universitarios como referencia, y la red del viario, tanto de dichas ciudades como de las carreteras de la red nacional actual. Para representar los desplazamientos en el modo de transporte colectivo se introdujeron las líneas de autobús urbano y sus respectivas paradas en las ciudades con campus.

El siguiente paso en la creación del modelo de transporte fue generar las matrices origen destino. Dicha matrices determinan la distancia entre cada uno de los domicilios de los usuarios y los campus universitarios. Este proceso se realizó mediante la extensión de análisis de redes del programa informático que se utilizó en la creación del modelo.

Inicialmente se creó la topología de red, que permite crear una red mallada sobre la red de transporte utilizada. En nuestro caso concreto se crearon dos, una para el modelo de transporte sobre el viario urbano y otra sobre las líneas de autobuses. Esto nos permite modelizar por separado los desplazamientos realizados en Automóvil, bicicleta o andando que discurren por cualquier calle del viario de los desplazamientos realizados sobre un recorrido prefijado en el modo de transporte colectivo.

Una vez creadas las topologías de redes necesarias, se pasó a la creación de las matrices origen/destino, que es lo que se iba buscando. Como se ha citado anteriormente, dicha matriz relaciona cada uno de los puntos de partida con el campus universitario.

Terminado este proceso, se obtienen una serie de archivos en el que aparece cada origen relacionado con los posibles destinos y las distancias en metros que se emplean en recorrer el espacio que separa ambos puntos. En función del modo de transporte empleado (vehículo privado o autobús urbano).

El siguiente paso, para finalizar con el modelo bimodal de transporte propuesto, fue la asignación de red, esto consistió en determinar los viajes que realmente se producen a los diferentes centros de la Universidad de Extremadura y desde que orígenes, ya que las matrices creadas nos realizan el estudio para todas las posibles combinaciones. Por tanto, hubo que confrontar los datos obtenidos de las matrices con los datos de la encuesta realizada a los usuarios.

Esto se llevó a cabo mediante una base de datos, en este caso se utilizó la base de datos de Access. En dicha base de datos se volcaron todos los datos que se tenían,

tanto de las matrices origen/destino, como de la encuesta y el censo total de usuarios. Con este proceso se logró identificar los desplazamientos desde cada origen a su centro correspondiente.

El último paso antes de la explotación de los datos fue la calibración de datos. Se estimó que este paso no fue necesario en el caso concreto de este estudio, debido a que los datos obtenidos son razonables, hay un volumen de datos en la encuesta lo suficientemente grande como para tomar como válidos los resultados.

Con el modelo de transporte finalizado se pasó a la explotación del mismo. Del modelo se podrá obtener toda la información necesaria para evaluar la situación actual de la movilidad de la Universidad de Extremadura y plantear las posibles líneas de actuación para abordar los problemas detectados y encauzar la movilidad existente hacia una movilidad más sostenible.



# ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD A LOS CAMPUS DE LA UEX

**Enrique Eugenio Ruiz Labrador**

Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura  
eruizl@unex.es

**Rubén de Rodrigo Muñoz**

Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura  
rderodri8@unex.es

---

En este apartado, se muestran los diferentes análisis y resultados extraídos del modelo de transporte bimodal en aquellas cuestiones sobre movilidad en el acceso los centros de la Universidad de Extremadura. Gracias a estos resultados se pueden extraer algunas conclusiones sobre la movilidad y proponer una serie de propuestas para contrarrestar los puntos más débiles, consiguiendo llevar la movilidad actual hacia una movilidad más sostenible, tanto para los usuarios de la Universidad de Extremadura, como para los de las ciudades que la engloban.

## 1. MOVILIDAD GENERAL

Un factor muy a tener en cuenta en la elección de un modo u otro de transporte por parte de los usuarios es el origen de los desplazamientos, ya que esto, unido a la existencia o no de diferentes modos de transporte alternativos junto a otros factores, influyen en la toma de decisiones a favor de un modo u otro.

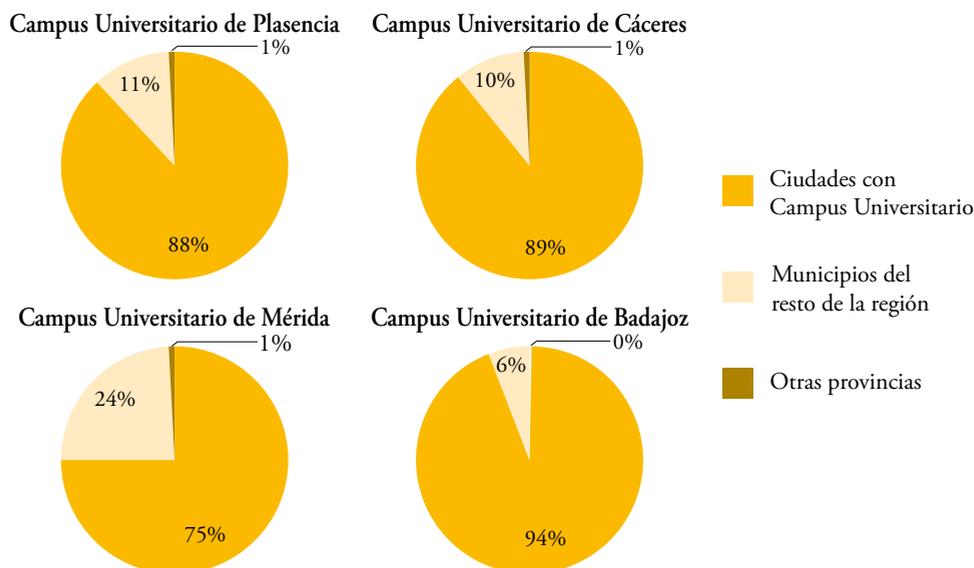
Por tanto en lo que respecta al origen de los desplazamientos, en la Figura 1 se observa cómo el grueso de los usuarios de la Universidad de Extremadura (concretamente un 88%) reside en las ciudades donde se encuentran los centros al que pertenecen, independientemente de su vinculación (Plasencia, Cáceres, Mérida y Badajoz). Mientras tanto el resto de los usuarios se distribuye entre otros municipios de la región (11%) y otras provincias españolas (1%).

Si se desagregan los orígenes de los desplazamientos por campus universitario, en la Figura 2 se aprecia cómo los centros que se encuentran en las ciudades de Plasencia, Cáceres y Badajoz siguen una tónica parecida entre sí. Los usuarios de

estos centros residen principalmente en dichas ciudades (Plasencia 88%, Cáceres 89%, Badajoz 94%). Sin embargo en la ciudad de Mérida el número de usuarios que reside en la propia ciudad es sustancialmente menor, en torno al 75%. En cuanto a los usuarios que no residen en las ciudades con centros universitarios, se observan unos porcentajes comprendidos entre el 11% y el 12% para el caso de Cáceres y Plasencia respectivamente. En los casos de Badajoz el 6% de los usuarios proceden de otros municipios de la región y en la ciudad de Mérida dicho porcentaje asciende a un 25%. Tan solo el 1% de los usuarios atraídos por cada centro universitario en dichas ciudades procede de otras provincias.



**Figura 1.** Distribución de los usuarios de la universidad de Extremadura en función del origen de los desplazamientos.

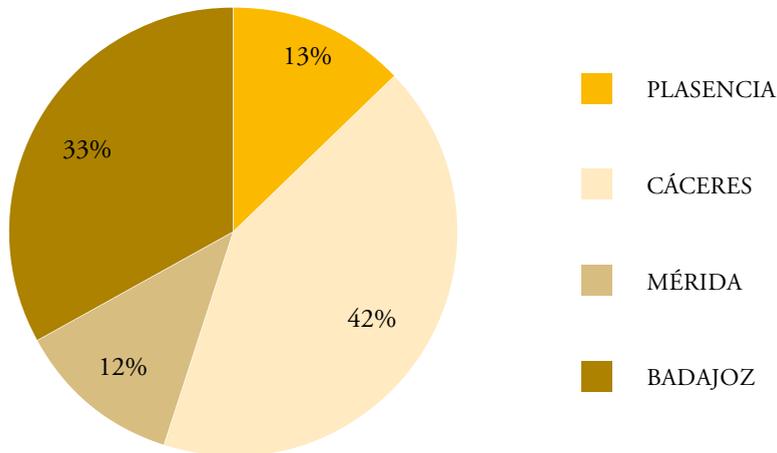


**Figura 2.** Distribución de los usuarios de los diferentes centros en función del origen de los desplazamientos.

Después de comprobar la procedencia de los usuarios de la Universidad de Extremadura, nos encontramos en disposición de plantearnos las cuestiones generales sobre la movilidad de los mismos. Estas cuestiones nos permitirán conocer cuáles son sus hábitos de desplazamiento, diagnosticando el grado de sostenibilidad de dicha movilidad. Estos resultados son extraídos del modelo de transporte creado y explicado anteriormente.

Dentro de las cuestiones generales de movilidad en los accesos de la comunidad universitaria a los distintos campus de la Universidad de Extremadura, se exponen a continuación aquellos resultados y variables más relevantes obtenidos tras el proceso de encuesta realizado en destino.

Así, se analiza en primer lugar el volumen de desplazamientos realizados en cada campus de la Universidad de Extremadura.

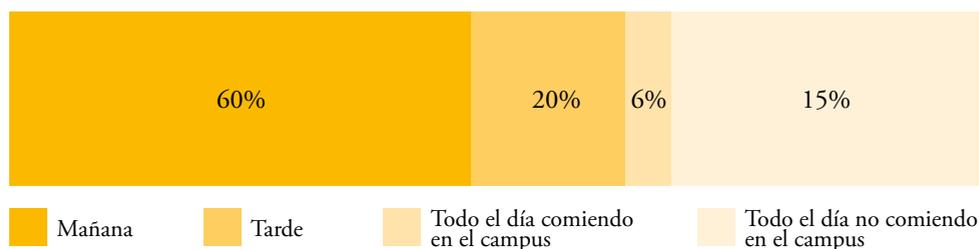


**Figura 3.** Distribución de los desplazamientos de los usuarios de la Universidad de Extremadura a los diferentes campus

Como se observa en la Figura 3, el 75% de los desplazamientos son atraídos por los dos campus principales de la Universidad de Extremadura (Cáceres y Badajoz, con un 42% y 33% de los desplazamientos respectivamente). El 25% restante se concentran en los centros universitarios de Plasencia y Mérida. Estos valores guardan relación con el volumen y heterogeneidad de titulaciones ofertadas en los diferentes campus (Plasencia 2, Cáceres 10, Mérida 2 y Badajoz 9).

Los desplazamientos realizados por los usuarios no tienen una distribución uniforme a lo largo de una jornada diaria de funcionamiento de la Universidad

de Extremadura. Como se ve en la Figura 4, más de la mitad de los usuarios que acuden a los centros universitarios lo hacen por las mañanas (concretamente el 60% de los desplazamientos). El resto de usuarios lo hace bien por la tarde (20%), o bien a lo largo de toda la jornada (desplazándose para comer o comiendo en el campus, 15% y 6% respectivamente). Esto pone de manifiesto que los campus extremeños atraen a un mayor volumen de usuarios en horario de mañana, siendo en este periodo donde se pueden agudizar los posibles problemas generados por esta movilidad obligada.

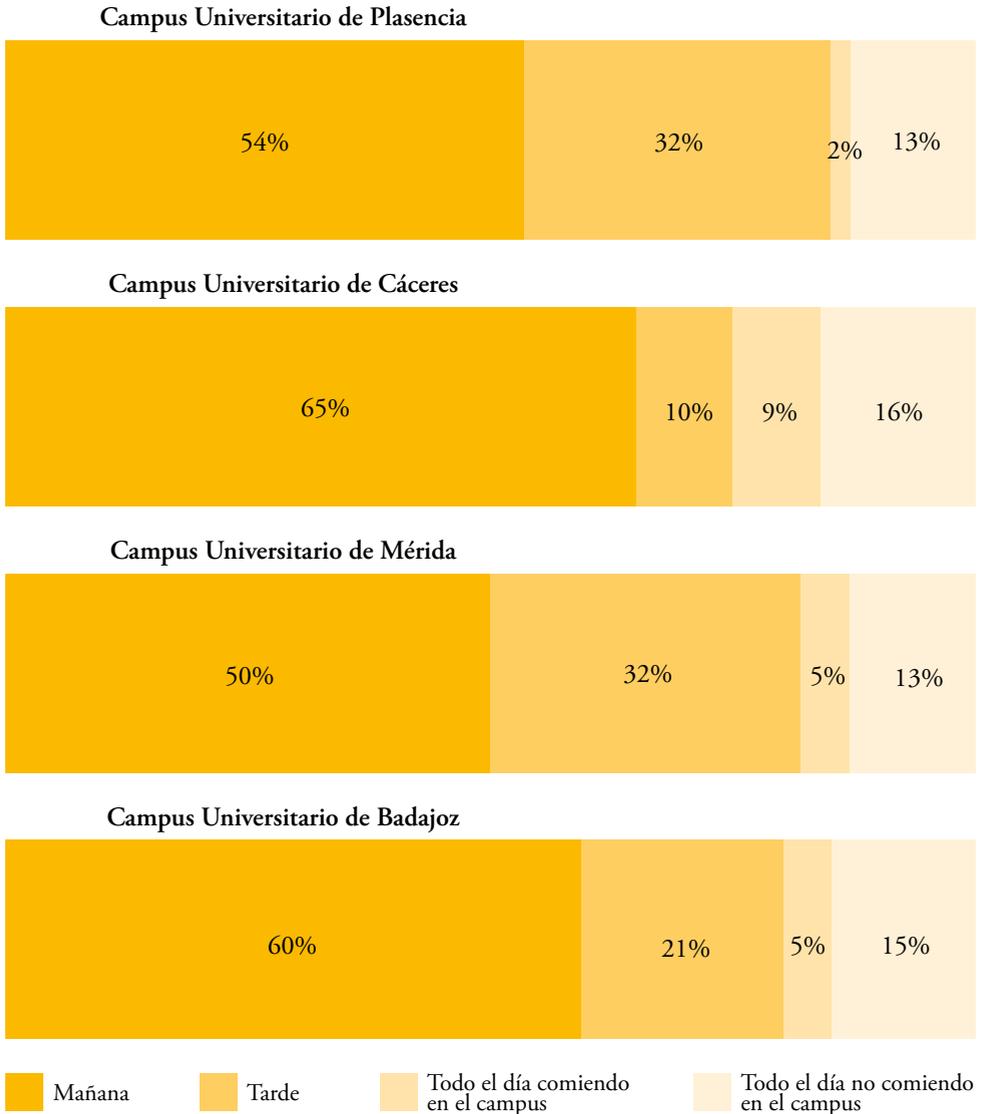


**Figura 4.** Distribución de los usuarios de la Universidad de Extremadura durante un día medio.

Analizando este mismo concepto para cada uno de los campus universitarios por separado, nos encontramos que siguen la línea general, pero con pequeñas diferencias: en la Figura 5 se ve cómo en el centro universitario de Plasencia, los usuarios acuden al mismo mayoritariamente en horario de mañana (54%), mientras que por la tarde se desplazan al centro entorno al 32% de los usuarios. A diferencia de lo ocurrido para el global de la Universidad de Extremadura, en el centro de Plasencia únicamente un 15% de los usuarios necesita acudir tanto por la mañana como por la tarde, pero únicamente un 2% de estos se queda a comer en el mismo.

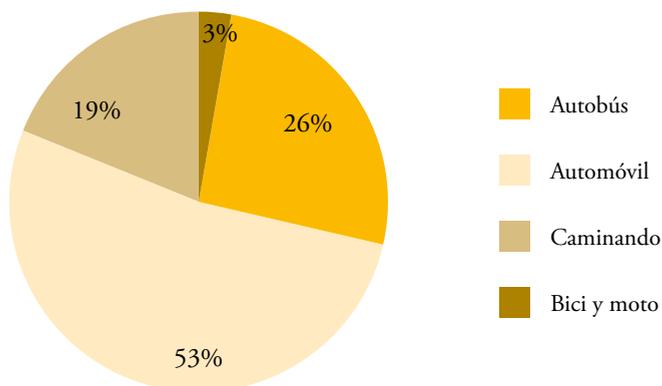
Atendiendo a la misma figura, el centro de Mérida y el campus de Badajoz siguen una tónica parecida: la mitad de los usuarios que acceden a dichos centros lo hacen por la mañana (con valores que rondan el 50%-60% de los desplazamientos), mientras que de la otra mitad de usuarios que acuden a estos centros universitarios por la tarde, un 13%-15% se desplazan a sus residencias para comer y luego vuelven, y un 5% comen en sus centros universitarios (el 21%-32% restante acceden a dichos centros únicamente por la tarde). El campus universitario de Cáceres ofrece un comportamiento que difiere de lo ocurrido en el resto de centros. Los usuarios cacereños acuden al campus por la mañana

en un porcentaje cercano al 65%, mientras que por la tarde solo un 10% de los usuarios acuden al mismo. Las necesidades de los usuarios de este campus obliga a desplazarse en el completo de la jornada a un 25% (16% realizan desplazamientos para comer en sus lugares de residencia y un 9% se quedan a comer en el campus).



**Figura 5.** Distribución de los usuarios de los diferentes campus universitarios durante un día medio.

En cuanto al modo de transporte utilizado por los usuarios de la Universidad de Extremadura para acudir a sus respectivos centros de trabajo, destaca el hecho de que la mitad de los desplazamientos realizados se hacen en vehículo privado. Este es uno de los resultados más claros y evidentes de cómo es la movilidad de la Universidad.



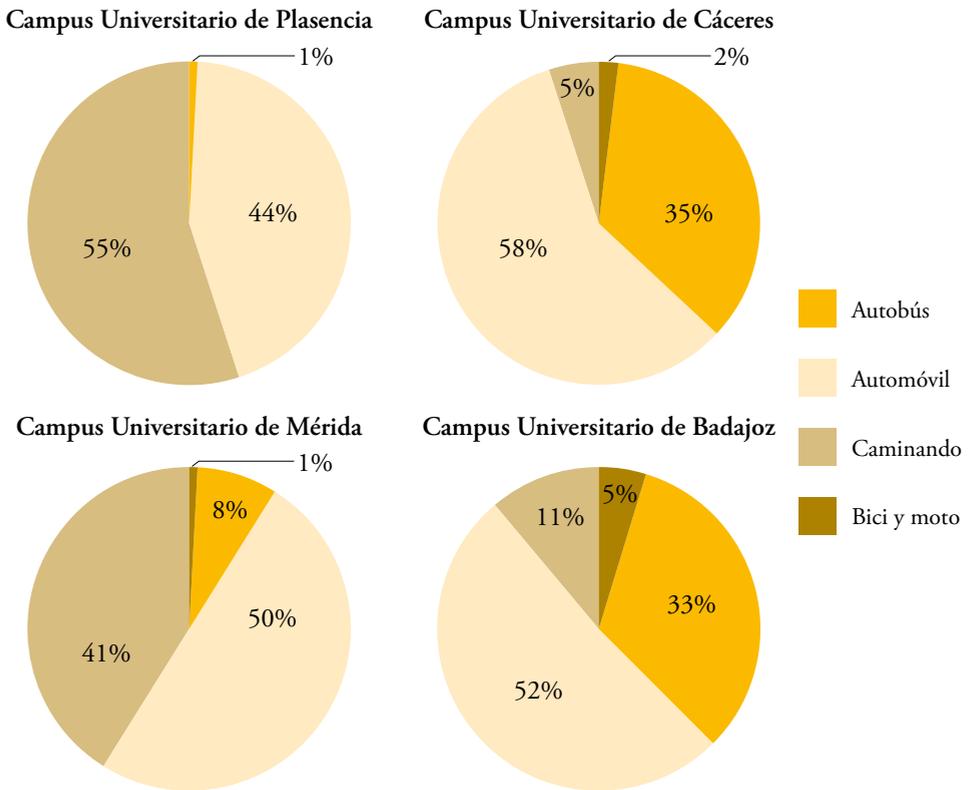
**Figura 6.** Distribución de los usuarios de la Universidad de Extremadura en función del modo de transporte utilizado.

Como vemos en la Figura 6, el 53% de los usuarios que acceden a alguno de los campus de la universidad de Extremadura, utiliza en sus desplazamientos el automóvil como modo de transporte habitual. Por el contrario, un 26% de los usuarios se desplazan utilizando el autobús urbano y el 22% restante lo hacen de un modo sostenible con el medio ambiente.

Entrando en mayor nivel de detalle, se realiza el mismo estudio para cada una de las ciudades con campus (Plasencia, Cáceres, Mérida y Badajoz). Con esto se consigue independizar e interpretar la movilidad de las distintas ciudades por separado, posibilitando más adelante actuar en ellas de manera diferente en función de sus resultados.

En la Figura 7, se observa cómo el comportamiento en las distintas ciudades es diferente. En Plasencia los usuarios del centro acuden al mismo, tanto en automóvil (44%), como caminando (55%), desplazándose en autobús tan solo un 1%. Sin embargo en la ciudad de Cáceres, donde el campus se encuentra alejado del centro de la población, los usuarios eligen como modo principal de desplazamiento el automóvil (58%), seguido de modo de transporte colectivo (35%). En esta ciudad la presencia de los modos de transporte estrictamente sostenibles

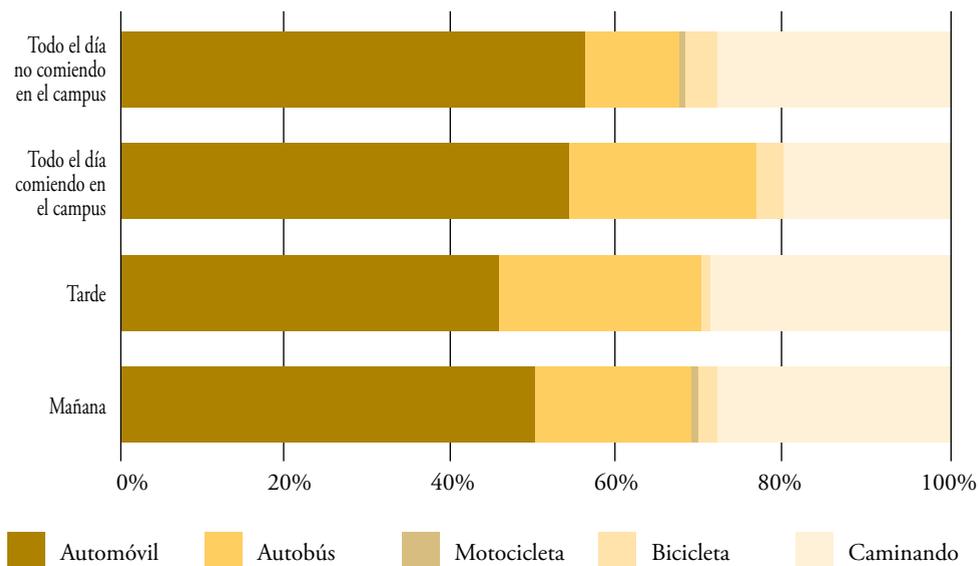
es testimonial (7%). En Mérida nos encontramos con un caso parecido al de la ciudad de Plasencia, aunque con más presencia del autobús urbano. Los usuarios de este centro, eligen como modos de transporte principales el automóvil (50%) y caminando (41%), mientras que el autobús es utilizado por un 9% de los usuarios. En la ciudad de Badajoz, que al igual que Cáceres cuenta con el campus desplazado del núcleo urbano principal, los usuarios eligen como modo principal de transporte el automóvil (52%), frente al modo de transporte colectivo que es usado en un 33%. Los usuarios del campus de Badajoz utilizan un modo de transporte sostenible en un 16%.



**Figura 7.** Distribución de los usuarios en los diferentes campus en función del modo de transporte utilizado.

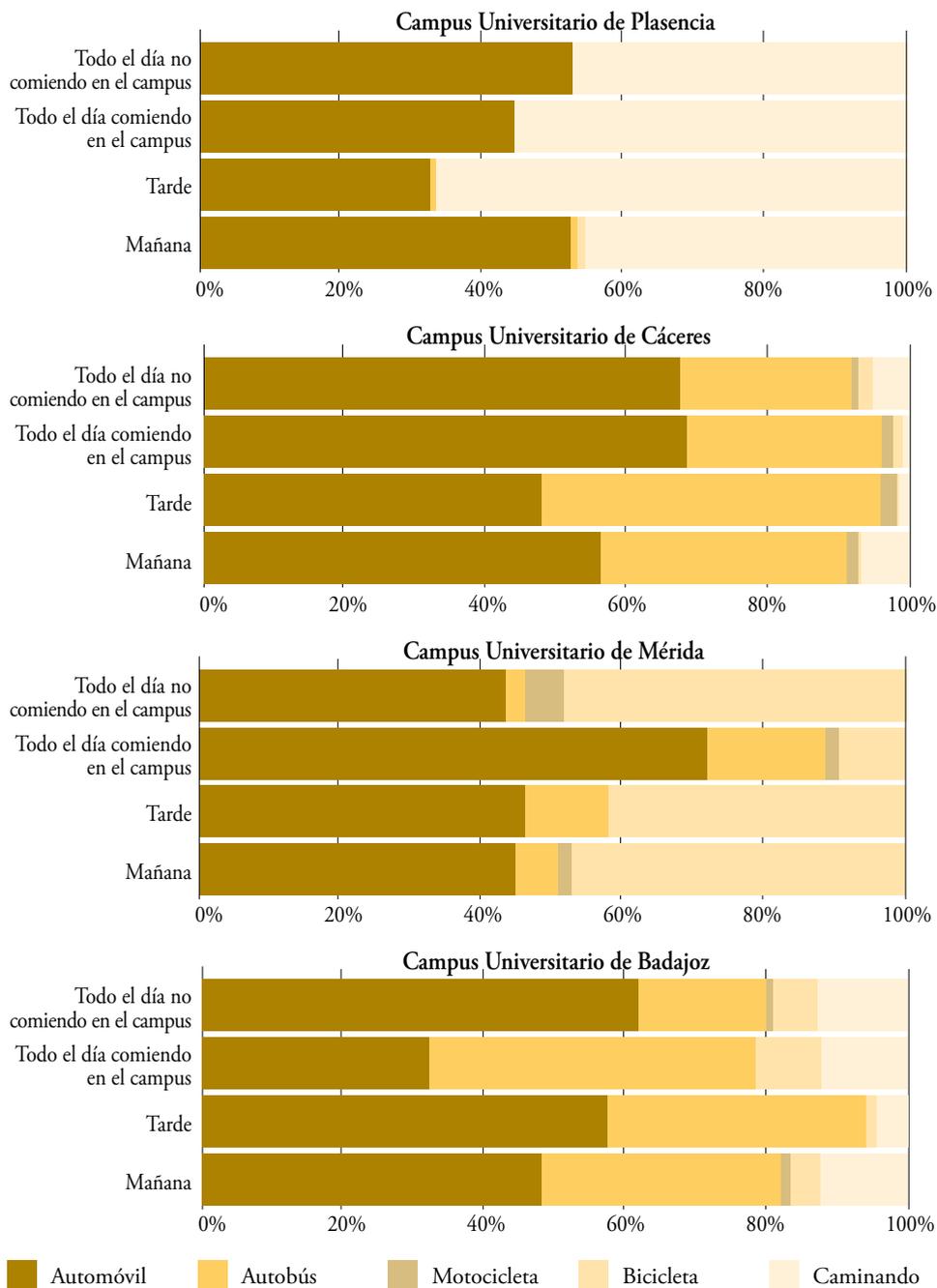
Continuando con el estudio de los modos de transporte, e intentando identificar aquellos utilizados por los usuarios con más detalle, realizamos un desglose en cada centro en función del horario en el que realizan los desplazamientos.

En la Figura 8, se ve como los usuarios de la Universidad de Extremadura que acuden a su centro de estudios tanto por la mañana como por la tarde, utilizan más el automóvil (en torno a un 60%), frente a los usuarios que solo se desplazan o bien por la mañana, o bien por la tarde, que utilizan en menor medida el automóvil (45%), en detrimento de usos más sostenibles como ir caminando (25%). El modo de transporte colectivo se mantiene más o menos constante sin influir el turno de desplazamiento (entorno al 30%).



**Figura 8.** Distribución de los modos de transporte en la Universidad de Extremadura en función del turno en el que se realiza.

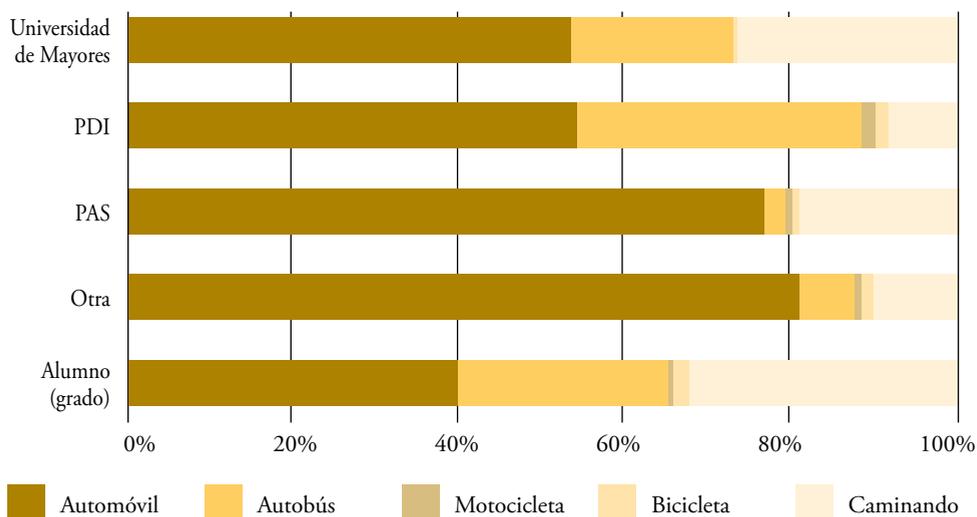
Siguiendo la tónica habitual del estudio analizamos este aspecto para cada uno de los campus por separado. En la Figura 9, observamos como la tónica del uso de los modos de transporte es similar a la mencionada para la Universidad de Extremadura, pero con ligeros cambios. Por ejemplo en la ciudad de Plasencia, vemos como los usuarios se dividen entre el automóvil y el desplazamiento a pie. En la ciudad de Mérida se observa que los usuarios que acuden al centro de estudios durante todo el día sin desplazarse para comer, utilizan en mayor medida el modo de transporte colectivo. Los campus universitarios de Cáceres y Badajoz, tienen un comportamiento similar entre modos independientemente del turno en el que se desplacen los usuarios.



**Figura 9.** Distribución de los modos de transporte en los diferentes campus en función del turno en el que se realiza

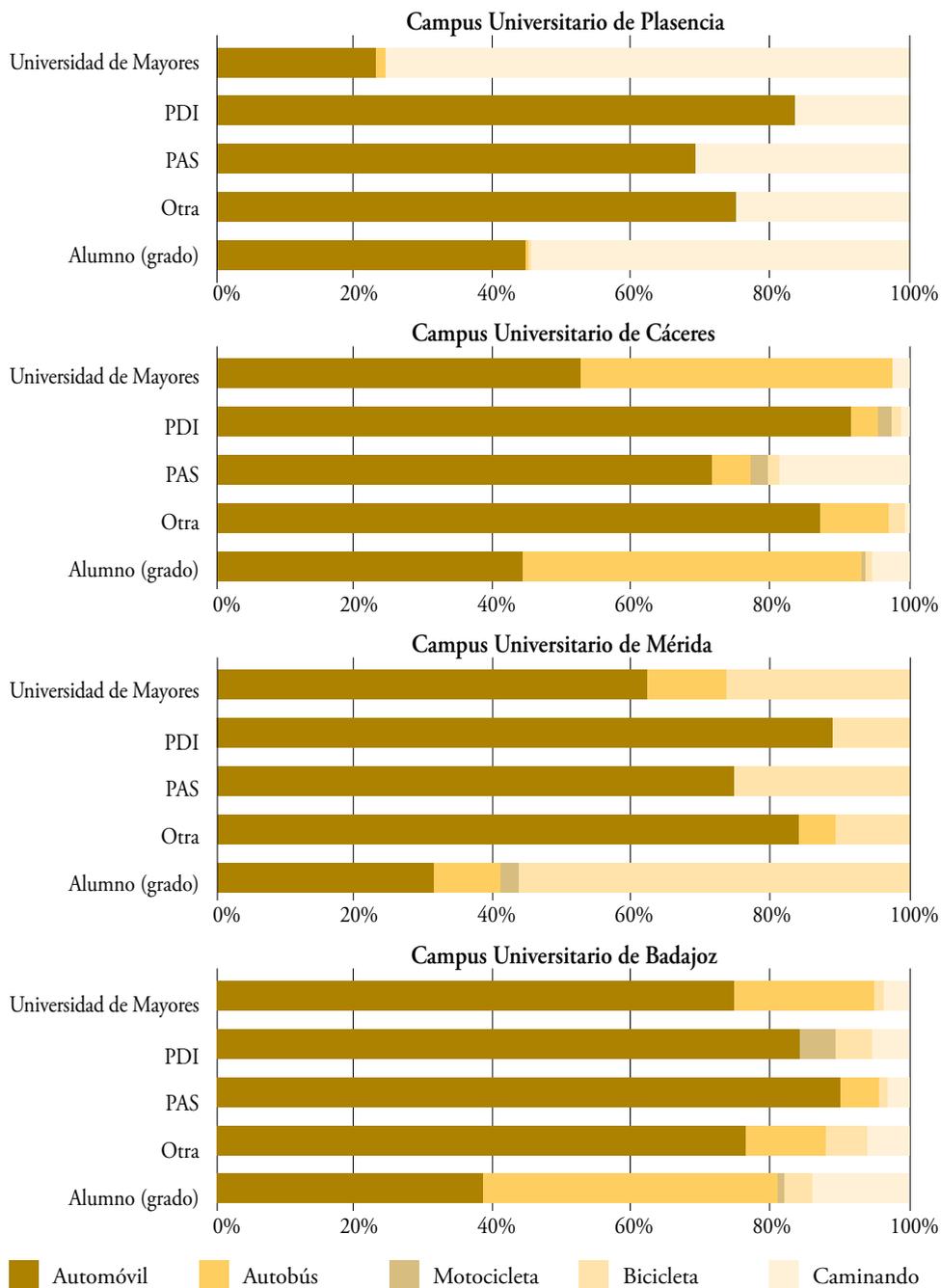
Otra forma de clasificar los modos de transporte para analizar el comportamiento de los usuarios, es mediante la vinculación que estos mantienen con la Universidad de Extremadura (Estudiantes de Grado o Máster, Personal Administrativo PAS, Personal Docente Investigador PDI, Universidad de Mayores y Otros).

En este sentido, se observan en la Figura 10 las diferencias que existen entre dichos grupos. Así, se ve claramente cómo el personal contratado, tanto PDI como PAS, es el que más utiliza como modo de transporte principal el automóvil (entorno al 80%), aun siendo el menos sostenible. En el polo opuesto tenemos a los estudiantes de grado, quienes reducen la elección del automóvil para acudir a sus centros en favor del autobús o el desplazamiento a pie, siendo estos últimos los modos más sostenibles. En un punto intermedio nos encontramos a los estudiantes de máster.



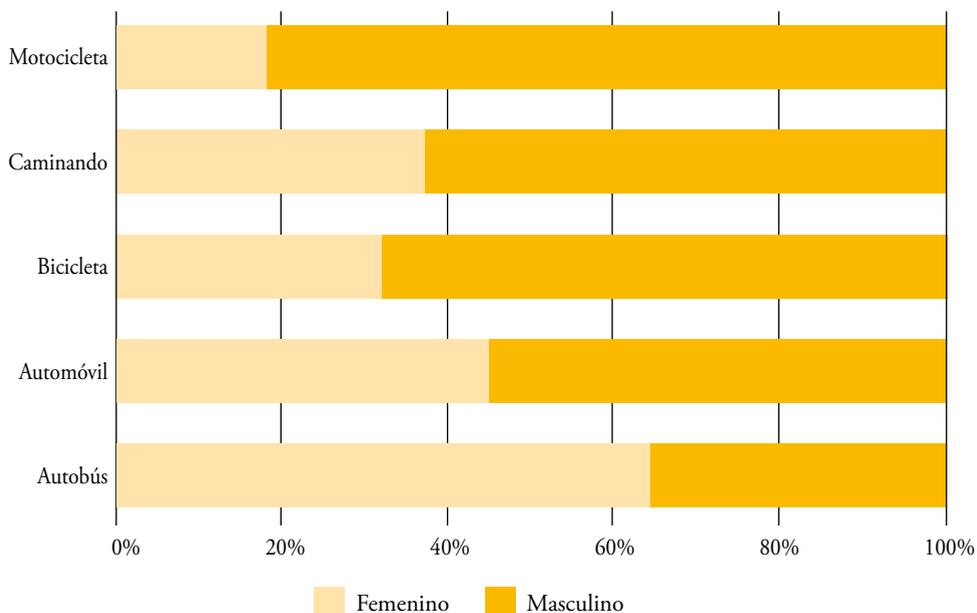
**Figura 10.** Distribución de los modos de transporte en la Universidad de Extremadura en función de su vinculación.

Analizando esta misma distribución para cada uno de los campus por separado, nos encontramos con una distribución similar a la analizada anteriormente, aunque ajustándose a los porcentajes de uso de los diferentes modos de transporte en cada centro. En todos ellos los usuarios contratados siguen siendo los que más utilizan el vehículo privado, mientras que los estudiantes de grado siguen a la cabeza en la utilización de modos de transporte sostenibles (Figura 11).



**Figura 11.** Distribución de los modos de transporte en la Universidad de Extremadura en función de su vinculación.

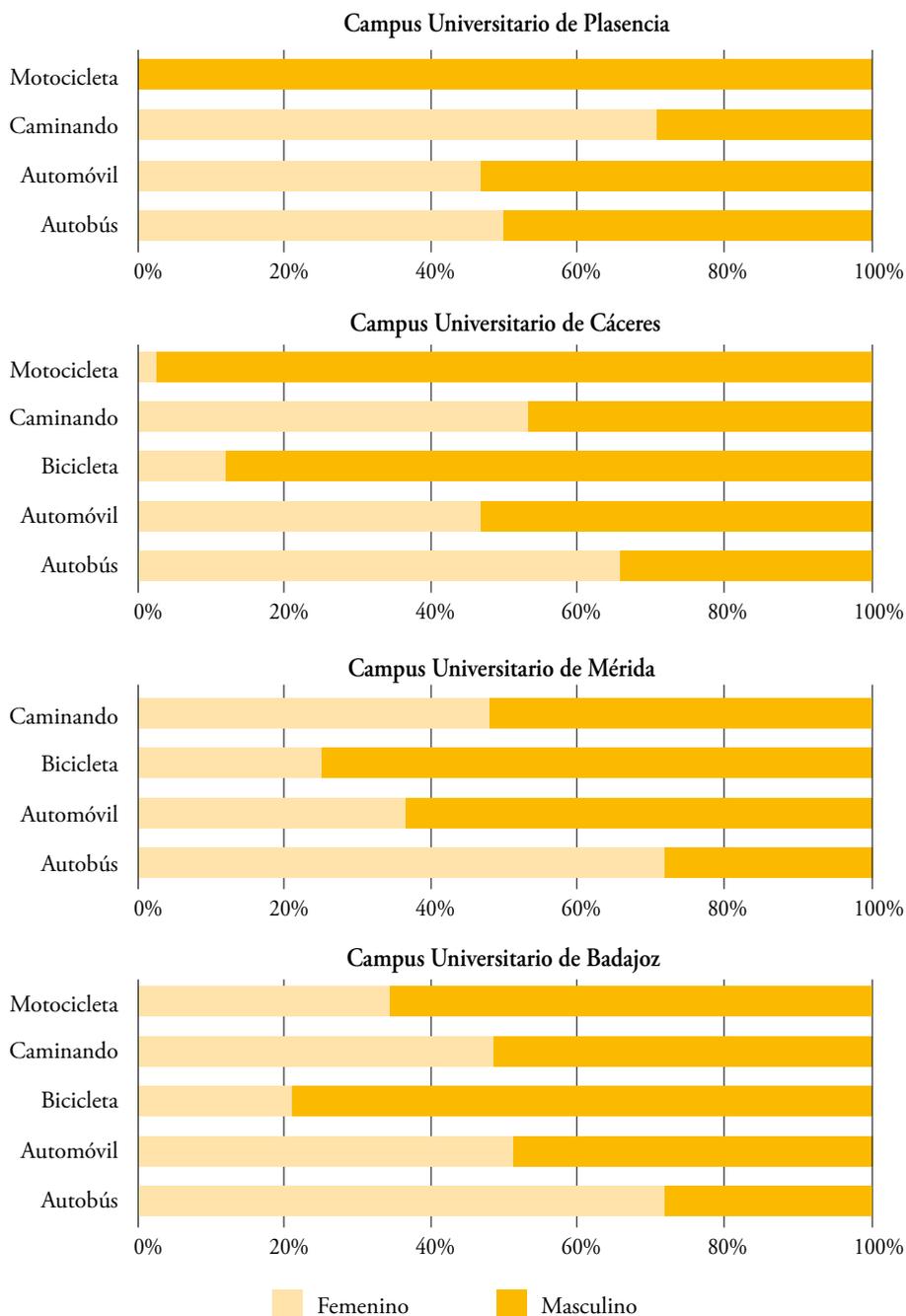
Por último, para analizar el comportamiento de los usuarios con respecto a los diferentes modos de transporte, detectado diferencias de comportamiento, se expone seguidamente una distribución de los mismos en función del género de los usuarios (Figura 12).



**Figura 12.** Distribución de los modos de transporte en la Universidad de Extremadura en función del género de los usuarios.

Como muestra la Figura 12, los modos de transporte varían en función del género de los usuarios. Comprobando lo arrojado por la gráfica, el automóvil es el modo de transporte utilizado por igual tanto por hombres como por mujeres. Destaca el modo de transporte colectivo (el autobús) como el más utilizado por las mujeres y los modos en dos ruedas (bicicleta y motocicleta) los más utilizados por los hombres.

Analizando esta distribución pormenorizadamente para cada campus (Figura 13), comprobamos que aunque varían algunos porcentajes, la tendencia de uso de los modos de transporte tanto por hombres como por mujeres se mantiene. Se puede apreciar cómo los hombres utilizan más la motocicleta y la bicicleta mientras que las mujeres utilizan más el autobús urbano. El automóvil es utilizado igualmente tanto por los hombres como por las mujeres.

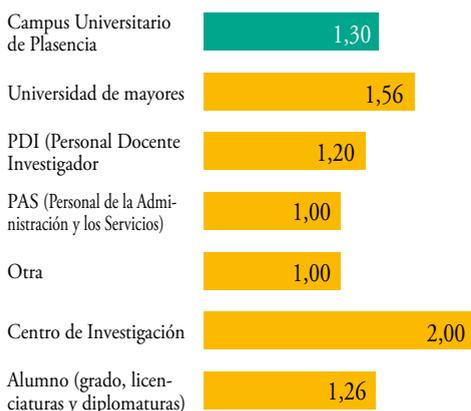


**Figura 13.** Distribución de los modos de transporte en los diferentes campus en función del género de los usuarios.

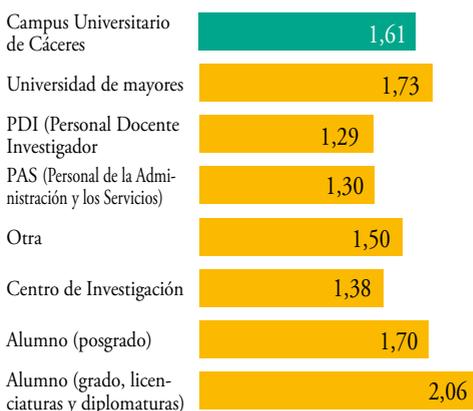
Una vez analizados todos los modos de transporte de forma global, es interesante analizar de forma pormenorizada los desplazamientos realizados en vehículo privado, por ser éste el principal modo y el que más problemas de sostenibilidad ocasiona.

Desde un punto de vista genérico se puede afirmar que los vehículos privados que acceden a los diferentes centros de la Universidad de Extremadura presentan una ocupación media en sus desplazamientos de 1,74 pers/veh.

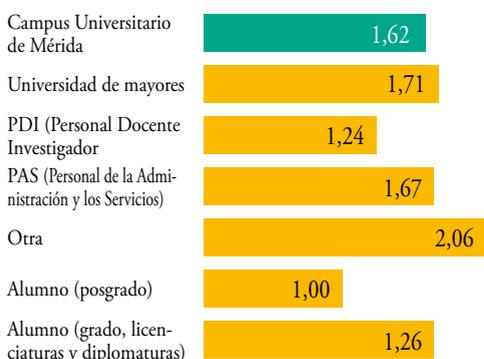
#### Campus Universitario de Plasencia



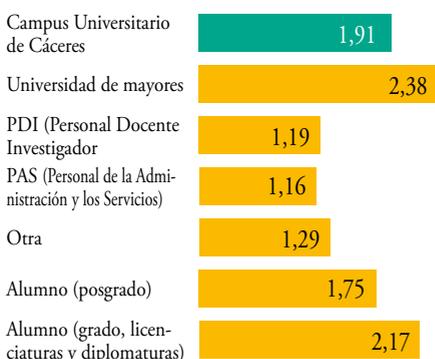
#### Campus Universitario de Cáceres



#### Campus Universitario de Mérida



#### Campus Universitario de Badajoz



**Figura 14.** Niveles de ocupación del vehículo privado en los diferentes centros y analizada por vinculación de los usuarios.

Analizando este resultado en los diferentes campus y en función de la vinculación que tienen los usuarios con la propia universidad, se puede decir que los usuarios que tienen menor nivel de ocupación en el modo de transporte privado

son el PDI y el PAS. Como muestra la Figura 14, de nuevo estos grupos son los menos concienciados con la movilidad sostenible, ya que además de ser como se ha comprobado anteriormente los que más utilizan el automóvil como modo principal de transporte, obtienen un valor medio de ocupación entorno al 1,30 pers/veh. El grupo de usuarios que tiene el nivel medio de ocupación más alto es el de los estudiantes de grado, con un valor entorno al 1,80 pers/veh.

Siguiendo con el análisis del automóvil, se muestra a continuación el número de coches que acceden a los diferentes campus de la Universidad de Extremadura (Tabla 1). En el centro de estudios universitarios de Plasencia acuden en torno a 500 automóviles al día, siendo el viernes el de menor afluencia de vehículos con aproximadamente 350 coches. Para el campus de la ciudad de Cáceres, contamos con un número de vehículos que ronda los 4.600, siendo este dato el más elevado de toda la Universidad. En el centro universitario de Mérida nos encontramos con las cifras más bajas ya que acuden en torno a 250 vehículos. Para el campus de Badajoz las cifras del número de vehículos que acceden diariamente a sus instalaciones se encuentran en torno a 3.000 coches. En todos los campus el viernes es el día de menor afluencia de la semana.

**TABLA 1. COCHES QUE ACCEDEN A LOS DIFERENTES CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA.**

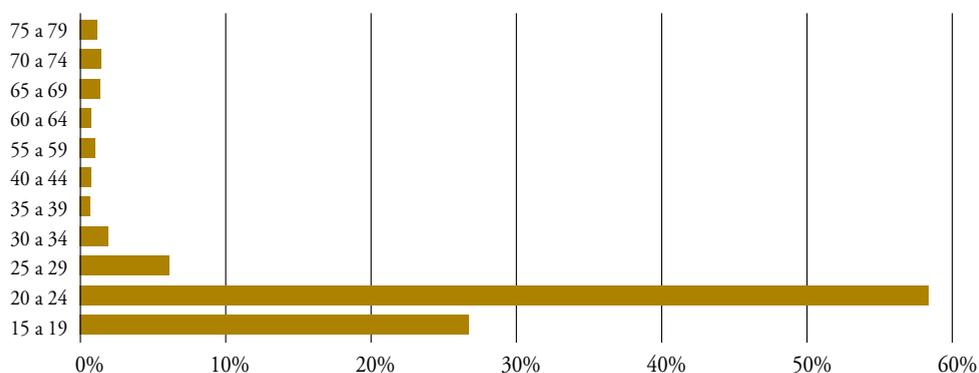
	Campus Universitario de Badajoz	Centro Universitario de Mérida	Campus Universitario de Cáceres	Centro Universitario de Plasencia
Lunes	2.956	303	4.602	554
Martes	3.367	201	4.784	508
Miércoles	2.956	294	4.544	592
Jueves	3.320	189	4.661	474
Viernes	2.189	153	3.432	345

Otro dato interesante de analizar en lo que al vehículo privado se refiere, es la distancia que los usuarios recorren cada día para acceder a los diferentes campus. Como se muestra en la Tabla 2, las distancias medias de desplazamiento de los diferentes usuarios están comprendidas entre los 950 m y los 4,5 km. Analizando estas distancias para el número total de desplazamientos diarios en los diferentes campus, los usuarios recorren unos 42.745 km.

**TABLA 2. DISTANCIAS DIARIAS RECORRIDAS POR LOS USUARIOS EN LOS DIFERENTES CENTROS.**

Destino	Distancia Media (m)	Viajes Totales	Coches Totales	Distancia (m)
Centro Universitario de Plasencia	968	905	698	675.808
Centro Universitario de Mérida	2.160	588	363	784.480
Campus Universitario de Cáceres	4.489	7.812	4.852	21.782.738
Rectorado de Cáceres	3.517	34	22	78.552
Fac. de Empresariales de Cáceres	4.693	790	434	203.5776
Campus Universitario de Badajoz	4.047	6.910	3.626	14.675.011
Escuela Agrarias de Badajoz	3.873	509	226	875.424
Fac. de Documentación de Badajoz	4.306	474	427	1.837.555
TOTAL				42.745.343
TOTAL				42.745 Km

Si se analiza el modo de transporte colectivo ofertado para acceder a los principales campus de la Universidad de Extremadura (Cáceres y Badajoz), los resultados extraídos son muy interesantes. Se descarta analizar dicho modo para las ciudades de Mérida y Plasencia por su baja utilización.

**Figura 15.** Utilización del Autobús urbano en las ciudades de Cáceres y Badajoz.

En la Figura 15 se observa como el autobús urbano es utilizado en mayor parte por los usuarios más jóvenes de la universidad. Entorno al 85% de los mismos se encuentran entre los 18 y los 24 años. El resto de grupos de edad tienen una participación meramente testimonial.

El autobús urbano dentro de una ciudad no es utilizado de forma uniforme en toda su extensión. Si se atiende a los datos referidos al campus de Badajoz (Figura 16) vemos cómo más de la mitad de los usuarios residen en las barriadas de Valdepasillas, María Auxiliadora y Casco Antiguo.

En el caso de la ciudad de Cáceres ocurre algo similar al caso anterior, ya que aproximadamente la mitad de los usuarios del transporte público residen en las barriadas de Cánovas, Moctezuma y el Perú (Figura 17).

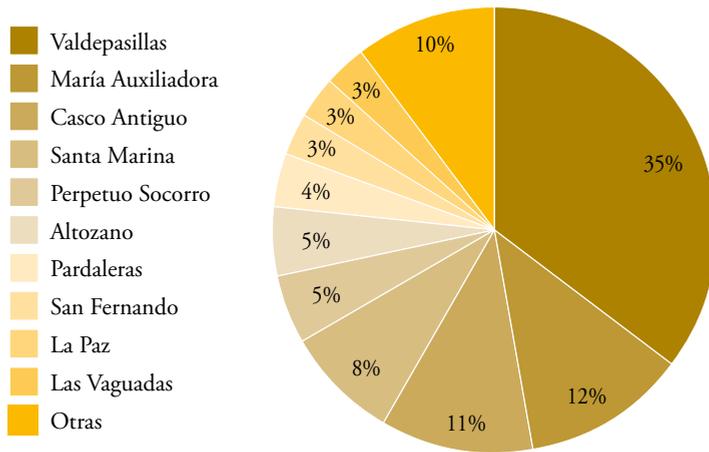


Figura 16. Distribución por Barriadas de la utilización del Autobús Urbano en la ciudad de Badajoz.

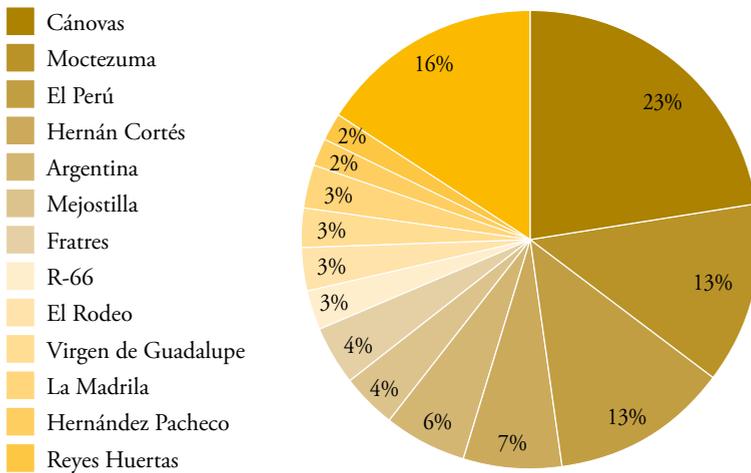


Figura 17. Distribución por Barriadas de la utilización del Autobús Urbano en la ciudad de Cáceres.

**TABLA 3. DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE BARRIADAS Y PARADAS DE LAS LÍNEAS QUE ACUDEN AL CAMPUS UNIVERSITARIO DE BADAJOZ.**

0 – 100 m	100 – 300 m	> 300 m
Gurugú	La Paz	Urbanización Guadiana
Perpetuo Socorro	Valdepasillas	
La Granadilla-realojos	Las Vaguadas	
San Fernando	María Auxiliadora	
Barriada de Llera		
Santa Marina		
Casco Antiguo		
Pardaleras		
Altozano		
Ciudad Jardín		
Huerta Rosales		
San Roque		

**TABLA 4. DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE BARRIADAS Y PARADAS DE LAS LÍNEAS QUE ACUDEN AL CAMPUS UNIVERSITARIO DE CÁCERES.**

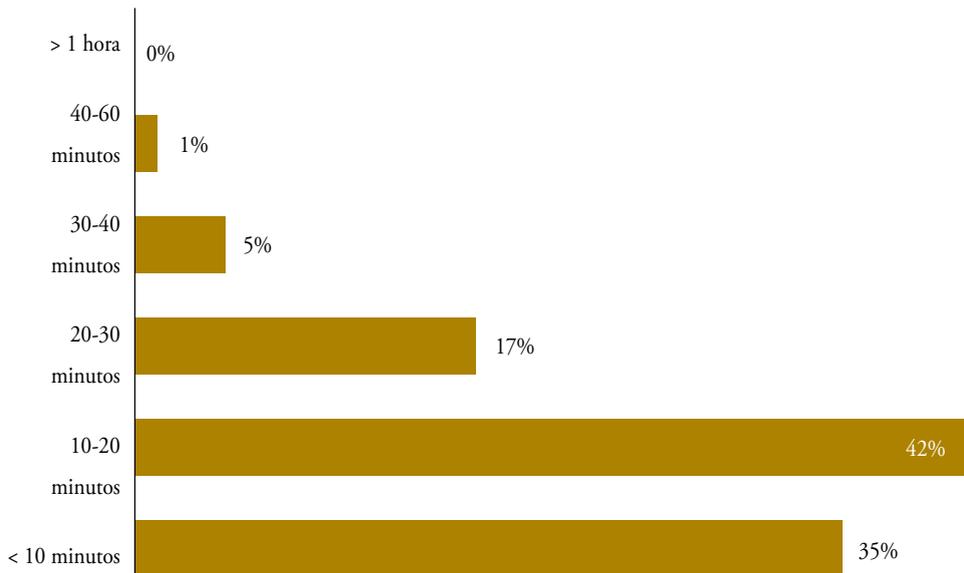
0 – 300 m	300 – 600 m	600 – 1000 m	> 1000 m
Casas Baratas	San Justo	El Carneril	Montesol
Virgen de Guadalupe	Reyes Huertas	Nuevo Cáceres	Virgen de la Montaña
Las Candelas	Cánovas	Aguas Vivas	Residencial Universidad
El Rodeo	Los Fratres	Dehesa de los Caballos Sur	R-66
Cuartel Infanta Isabel	Hernán Cortes	Santiago	Casa Plata
Argentina	El Perú	Cabezarrubia	Ciudad Monumental
	San Blas	San Francisco	Mejostilla
		Moctezuma	La Cañada
			Espíritu Santo
			Cáceres el Viejo
			La Madrila
			Los Castellanos

La ubicación de las zonas residenciales de los usuarios de la universidad puede influir en su elección del modo de transporte habitual. Como muestra la Tabla 3, en Badajoz todas las barriadas cuentan con una parada de autobús urbano en menos de 400m.

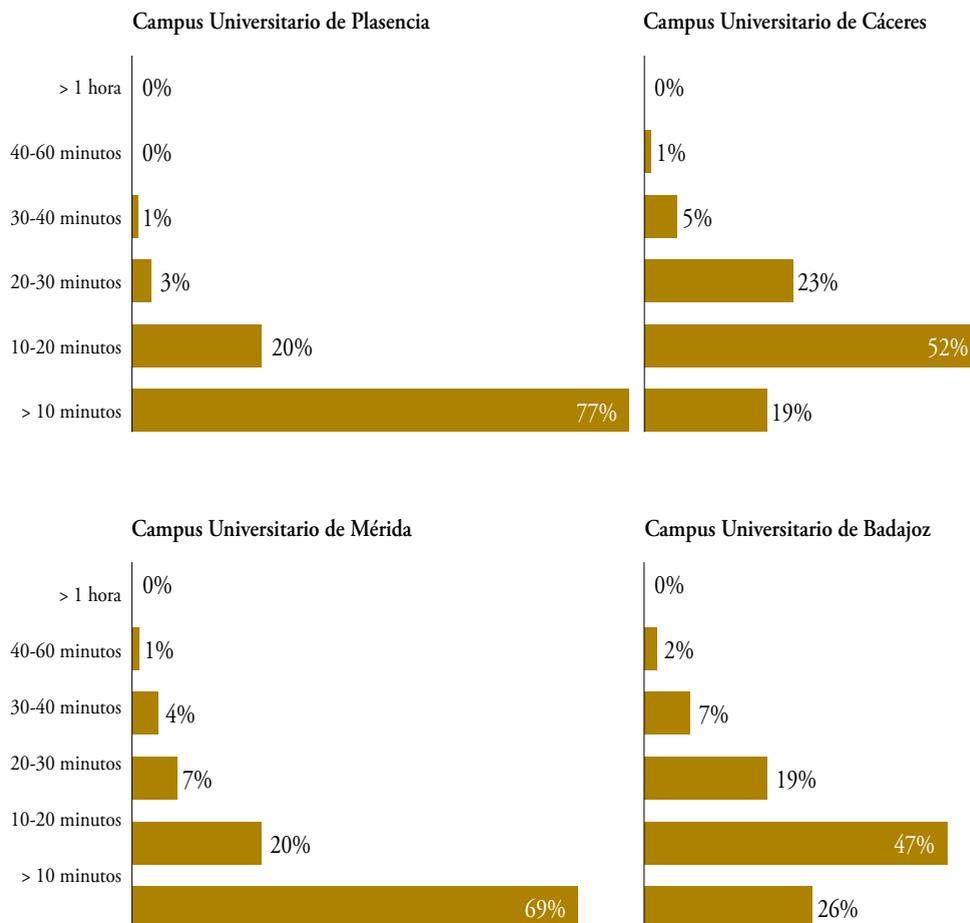
Sin embargo, en la ciudad de Cáceres vemos como hay barriadas que se encuentran alejadas de las paradas donde poder optar por el modo colectivo. Esto puede dificultar que estos usuarios tomen este tipo de transporte de forma habitual (Tabla 4).

## 2. COSTES ASOCIADOS A LOS DESPLAZAMIENTOS

Los costes asociados de los desplazamientos diarios que los usuarios de la Universidad de Extremadura asumen, se pueden medir de diferentes maneras. En lo referente al tiempo invertido para realizar dichos desplazamientos (Figura 18), podemos ver cómo entorno al 80% de los usuarios invierten en sus desplazamientos menos de 20 minutos disminuyendo de forma considerable el número de usuarios a medida que aumentamos el tiempo de desplazamiento.



**Figura 18.** Desplazamientos en función del tiempo empleado por los usuarios en la Universidad de Extremadura.



**Figura 19.** Desplazamientos en función del tiempo empleado por los usuarios en función del campus.

Analizando este aspecto para cada campus de forma desagregada (Figura 19), se puede apreciar cómo la tónica general se repite. Como diferencia podemos señalar que en los campus de las ciudades de Cáceres y Badajoz, la franja horaria que engloba al 80% de los usuarios de extiende hasta los 30 minutos de tiempo invertidos en el desplazamiento. Sin embargo en las ciudades de Plasencia y Mérida este mismo porcentaje se encuentra en una distancia menor a 20 minutos.

Siguiendo con el análisis del tiempo, podemos decir que los usuarios de la Universidad de Extremadura gastan al día en torno a 12.814 horas considerando que la mayoría de usuarios realiza un desplazamiento de ida y otro de vuelta (Tabla 5).

**TABLA 5. TIEMPO INVERTIDO EN DESPLAZAMIENTOS AL DÍA EN LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA.**

Intervalo de Tiempo	Personas ENC	Personas TOTAL	Tiempo UTIL	Tiempo TOTAL
< 10 minutos	680,504	6.229	10	62.291
10-20 minutos	800,277	10.396	15	155.944
20-30 minutos	328,758	4.384	25	109.594
30-40 minutos	87,217	1.187	35	41.552
40-60 minutos	21,512	301	50	15.050
> 1 hora	0	0	60	0
<b>TOTAL</b>				<b>6.407 Horas</b>

En lo referente al gasto económico, con la estimación realizada en la Tabla 6 se observa que los desplazamientos generados por los usuarios de la universidad se encuentran cercanos a los 175.000 € al día considerando un desplazamiento de ida y vuelta por cada usuario, ya que la mayoría de los mismos acuden 1 vez al día a las instalaciones.

**TABLA 6. ESTIMACIÓN DE COSTES ECONÓMICOS EN LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA.**

	€/veh Km	Coste
Combustible	0,1052	44.968,10 €
Lubricantes	0,0002	85,49 €
Neumático	0,0047	2.009,03 €
Mantenimiento y reparación	0,0279	11.925,95 €
Amortiguación	0,16	68.392,55 €
Coste rentabilidad	0,0546	23.338,96 €
Aseguramiento	0,056	23.937,39 €
<b>TOTAL</b>	<b>0,4086</b>	<b>174.657,47 €</b>

Para finalizar con la estimación de los costes derivados de los desplazamientos obligados a la Universidad de Extremadura, se realiza una estimación de los costes que suponen dichos desplazamientos para el medio ambiente. Según el número de vehículos estimados que acuden cada día a los diferentes centros, es posible calcular la contaminación atmosférica producida (Tabla 7).

**TABLA 7. ESTIMACIÓN DE CONTAMINACIÓN DIARIA EN LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA.**

Tasas de emisión, Bayliss (2000)		
Contaminantes	g/viajero Km	Kg
CO <sub>2</sub>	165	70.530
CO	12,85	5.493
HC	1,5	641
NOX	1,4	598
SO <sub>2</sub>	0,08	34
Partículas	0,05	21

### 3. CONCLUSIONES SOBRE MOVILIDAD GENERAL Y COSTES ASOCIADOS

En este apartado de enumeran las conclusiones más relevantes obtenidas tras el proceso de análisis y la interpretación realizado para describir la movilidad general detectada en todos los campus y centros universitarios de la Universidad de Extremadura, junto a los costes asociados a la misma.

Las principales conclusiones a considerar en este sentido son las siguientes:

- La primera conclusión general a considerar es que el estudio realizado ha permitido caracterizar los hábitos de movilidad más relevantes de los usuarios de la Universidad de Extremadura y conocer los aspectos fundamentales de la movilidad obligada a los centros que la componen.
- El 53% de las personas que acuden de forma habitual a la Universidad de Extremadura, acceden a las mismas en vehículo privado. El uso de este modo está condicionado por la integración de los centros universitarios en la trama urbana. Así, en los centros universitarios de Mérida y Plasencia se reduce notablemente el porcentaje de uso de este modo de transporte, mientras que en los campus de Cáceres y Badajoz aumenta su uso de forma considerable. Por otra parte, el nivel de ocupación medio de los vehículos es relativamente bajo (1,74 personas por vehículo).
- Atendiendo a la movilidad de los usuarios en función de la relación que guardan con la Universidad de Extremadura, se puede afirmar que el colectivo del personal contratado (es decir el docente e investigador y el personal

de administración y servicio) es con diferencia el que más utiliza el vehículo particular (entorno al 80%). Al mismo tiempo, el porcentaje de utilización del transporte público es inversamente proporcional a la edad de la población: así, a partir de los 25 años su cuota de uso desciende al 3%.

- Del mismo modo se puede ver como el género de los usuarios también tiene su repercusión en la elección del modo de transporte. En este caso, las mujeres suponen el 65% de los usuarios que utilizan el modo de transporte público (autobús urbano). Como contra punto, los hombres son el género mayoritario en los otros modos de transporte.
- Un aspecto digno de reseñar es la escasa movilidad interurbana que soportan los campus universitarios extremeños. El 88% de las personas que de forma habitual acceden a la Universidad de Extremadura, residen en la ciudad donde se encuentra el centro universitario con el que tienen vinculación. Al mismo tiempo, los usuarios del transporte público se concentran en un grupo reducido de barriadas, produciéndose una distribución heterogénea de la población universitaria más joven en la ciudad.
- La accesibilidad a las paradas y la capilaridad del servicio de autobús urbano no es igual en todas las ciudades con presencia universitaria. En la ciudad de Badajoz, la barriada peor comunicada se encuentra a 400 metros de la parada más próxima donde coger un autobús en dirección al campus, mientras que en la ciudad de Cáceres, un tercio de las barriadas de la ciudad tienen la parada más cercana entorno a los 1.000 metros de distancia.
- Respecto a los costes que supone la utilización de vehículo particular para los usuarios y el medio ambiente, se puede afirmar que los usuarios de la Universidad de Extremadura invierten en torno a 12.814 horas al día en sus desplazamientos, gastando unos 174.658 € y expulsando a la atmósfera una cantidad de CO<sub>2</sub> cercana a las 70.500 kilos.



# IMPLICACIONES ACÚSTICAS EN LOS CAMPUS DE LA UEX

**Valentín Gómez Escobar**

Departamento de Física Aplicada. Universidad de Extremadura.  
valentin@unex.es

**Javier Noriego Gómez**

Graduado en Ingeniería en Sonido e Imagen en Telecomunicación  
jnoriegog@gmail.com

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Es indudable que el tránsito de personas provoca efectos secundarios en el entorno, siendo uno de ellos la contaminación del mismo y, dentro de ella destaca la contaminación acústica. Por ello, como parte complementaria a los estudios de movilidad en la UEx, se consideró de interés el intentar evaluar el impacto acústico producido por los desplazamientos a los campus universitarios de Cáceres y Badajoz.

La contaminación acústica derivada de la afluencia de personas a los campus de la Universidad de Extremadura puede ser debida a varias causas, tales como conversaciones, voces, silbidos, etc., pero en este estudio, vamos a centrarnos, exclusivamente, en la derivada del principal medios de transporte utilizado para acceder a estos campus: el tráfico rodado. El estudio que se presenta, por tanto, está sólo referido al ruido producido por el tráfico rodado. Por otro lado, como se ha indicado, el estudio se ha restringido a los campus universitarios de Cáceres y Badajoz.

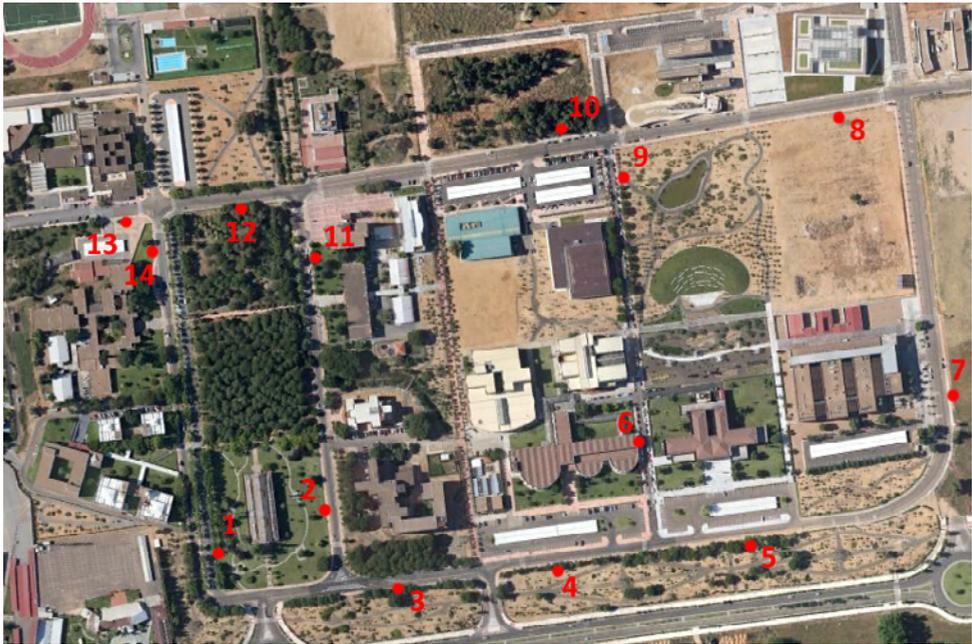
## 2. METODOLOGÍA

Para la evaluación de ruido producido por el tráfico rodado se ha utilizado un software de modelización de esta fuente de ruido [programa Predictor de la empresa Brüel & Kjaer, en su versión 9.12]. Para llevar a cabo el estudio se han seguido los siguientes pasos que, a continuación, de forma somera, se describen.

1. Levantamiento del modelo digital del terreno. Partiendo de las curvas de nivel que se disponían de las dos ciudades, estas fueron importadas al modelo de cada campus. A continuación, en cada campus, se introdujeron los edificios, zonas verdes, carreteras (se introdujo una carretera emisora por cada carril existente), etc.
2. Inserción de propiedades de los elementos del modelo. Para el modelo se han realizado las siguientes suposiciones<sup>1</sup>.
  - Edificios: Altura de la primera planta 4 metros. Resto de plantas: 3 metros por planta.
  - Edificios: fachada reflectante.
  - Zonas verdes:  $G=1$  (totalmente absorbentes).
  - Alturas por defecto del terreno: 350 m (Cáceres) y 164 m (Badajoz).
  - Absorción por defecto del suelo:  $G=0$  (reflectante).
3. Medidas de control: De cara a la comprobación del modelo se seleccionaron puntos de control en cada tramo de cada campus (10 puntos en el campus de Cáceres y 14 en el de Badajoz). En la Figura 1 se muestran las posiciones de estos puntos de control, en los dos campus analizados. Las medidas de control no sólo sirven como contraste de los modelos informáticos, sino que también valieron para conocer los caudales de tráfico asociados a cada tramo del campus. En cada punto de control se realizaron tres medidas del nivel sonoro ( $L_{Aeq}$ ) de 15 minutos cada una, en diferentes intervalos horarios a lo largo del periodo diurno. En cada medida se rellenó una hoja de toma de datos, con toda la información pertinente para posteriores análisis. Particularmente, se anotó en cada medida el número de vehículos y su composición (vehículo pesado, vehículo ligero o motocicleta) de cada uno de los carriles existentes frente al sonómetro. Para las medidas del nivel sonoro, se utilizó la ponderación temporal rápida (F) y la ponderación A en frecuencias, como suele ser habitual para este tipo de medidas para adecuar las mediciones de nivel sonoro a la respuesta del oído humano. Las medidas fueron realizadas en horario diurno en el mes de abril de 2016. Se utilizó un sonómetro Brüel & Kjaer 2238, que fue calibrado inmediatamente antes y después de cada serie de medidas (calibrador Brüel & Kjaer 4231). Todas las medidas se realizaron bajo las condiciones descritas en la norma ISO 1996-2: 2007.

---

<sup>1</sup> Siguiendo, cuando fue posible las recomendaciones del documento “*Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*” [European Commissions Working Group - Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN)] [Versión 2 13th January 2006].



**Figura 1.** Posicionamiento de los puntos de control medidos en los campus de Badajoz (Imagen superior) y Cáceres (imagen inferior).

4. Asignación de velocidades y caudales a los carriles de tráfico. Como se indicó anteriormente, para este estudio se ha analizado cada carril existente en los dos campus universitarios en estudio. La velocidad asignada a cada tramo viario analizado fue de 50 km/h (máximo permitido), excepto aquellas en las que, por observación directa durante las medidas de control, se consideró que este valor era claramente excesivo, en cuyo caso se asignó un valor inferior (30 km/h). Los caudales de cada tramo se calcularon a partir de tres observaciones de 15 minutos en cada uno de ellos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se resumen los elementos incluidos en cada modelo creado y en las figuras 2 y 3 se presentan los modelos creados de los campus de Badajoz y Cáceres, respectivamente. Estos modelos son la base del modelado acústico posterior.

En la Figura 4, se muestran en un modelo tridimensional los principales elementos del modelo del campus de Badajoz, mientras que en la Figura 5, se muestran los del campus de Cáceres.

Antes de presentar los resultados de los modelos, lo primero que debemos indicar son las limitaciones de los mismos. Estas son, entre otras, las siguientes:

- La cartografía de la que se disponía no estaba actualizada, de forma que los modelos del terreno creados en algunas zonas de los campus no se adecuaban completamente a la realidad actual de estos campus. Esta limitación afecta sobre todo a las zonas de los edificios construidos en los últimos años y, en el campus de Badajoz, a la unión del campus con el Hospital, pero también a otras zonas de los modelos, algunas visibles en las figuras 4 y 5.
- Los caudales asignados a cada tramo viario podrían no ser totalmente representativos, al provenir de sólo tres intervalos de 15 minutos.
- El modelo de cálculo utilizado es el indicado por la normativa europea<sup>2</sup>, traspuesto posteriormente en España en la Ley del Ruido y sus desarrollos. Este modelo tiene la limitación de que los datos de potencia de emisión de los vehículos son antiguos y su uso puede no ser adecuado para los vehículos actuales. Se han visto alguna discrepancia importante, sobre todo para los niveles de vehículos pesados.

---

<sup>2</sup> Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (Diario Oficial de la Comunidades Europeas de 18 de julio de 2002).

Modelo global.Velocidades ajustadas  
18 may 2018, 13:20

Universidad de Extremadura, Spain



Figura 2. Modelo construido para el campus de Badajoz

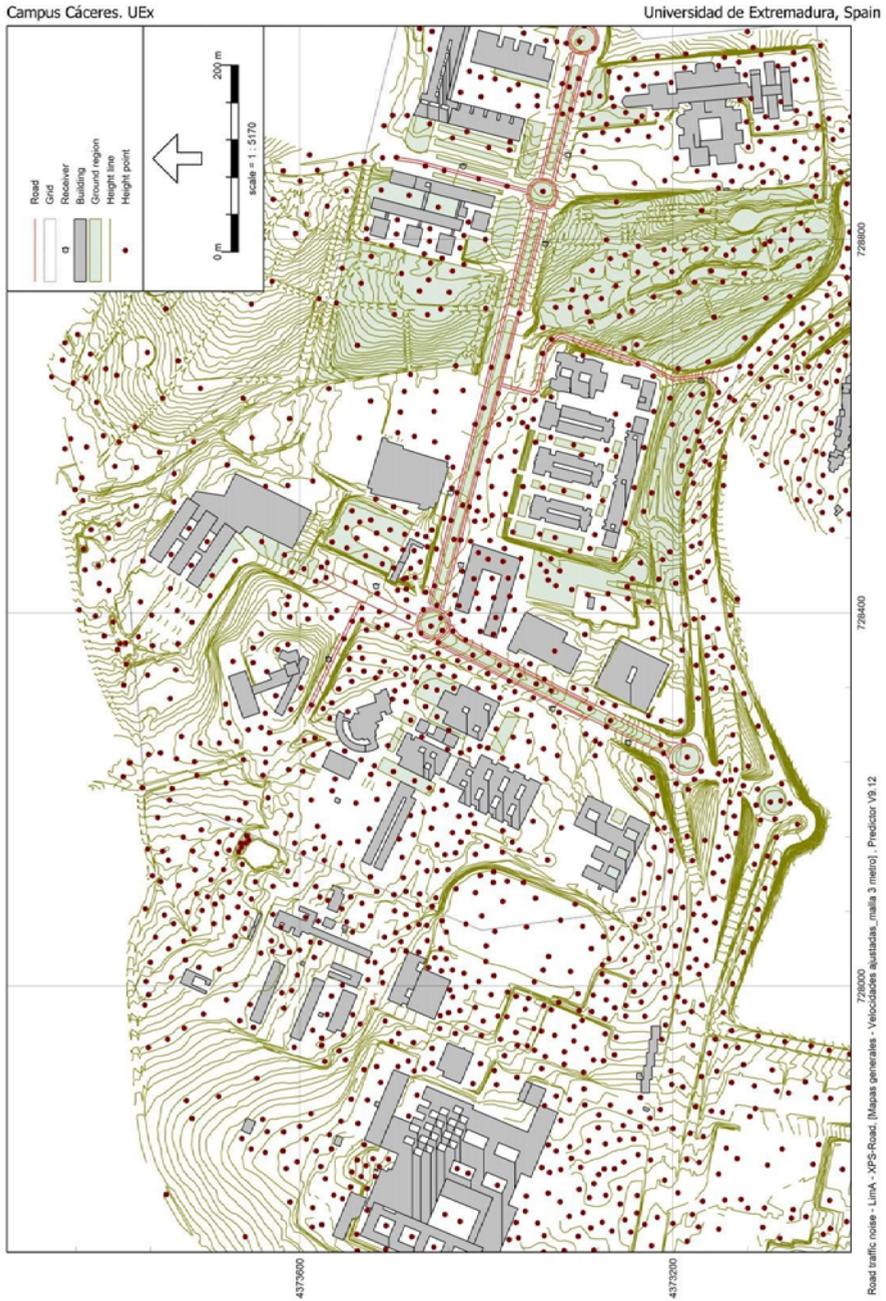
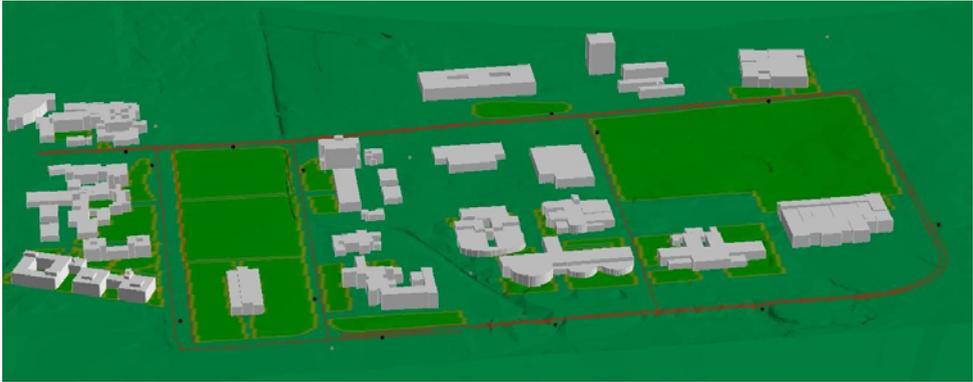
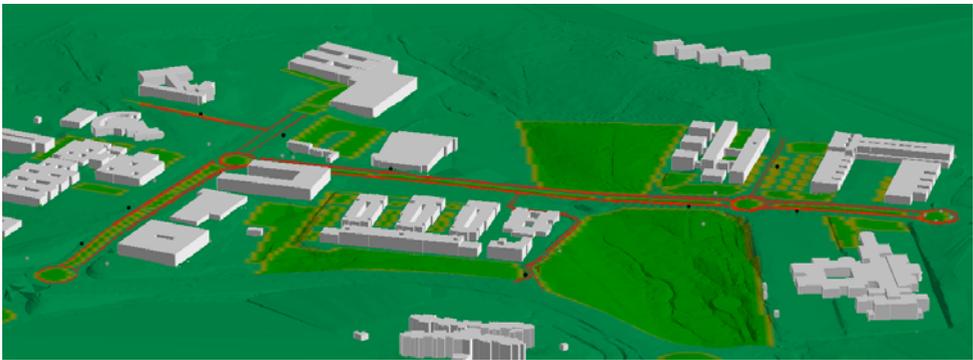


Figura 3. Modelo construido para el campus de Cáceres.



**Figura 4.** Modelo tridimensional del campus de Badajoz.



**Figura 5.** Modelo tridimensional del campus de Cáceres.

**TABLA I. ELEMENTOS CREADOS PARA CADA CAMPUS.**

	Nº de elementos	
	Campus de Cáceres	Campus de Badajoz
Curvas de nivel	1.962	1.320
Cotas de altura	2.430	2.113
Edificios	187	138
Zonas verdes	65	55
Barreras	1	--
Tramos de carreteras (carriles)	37	19

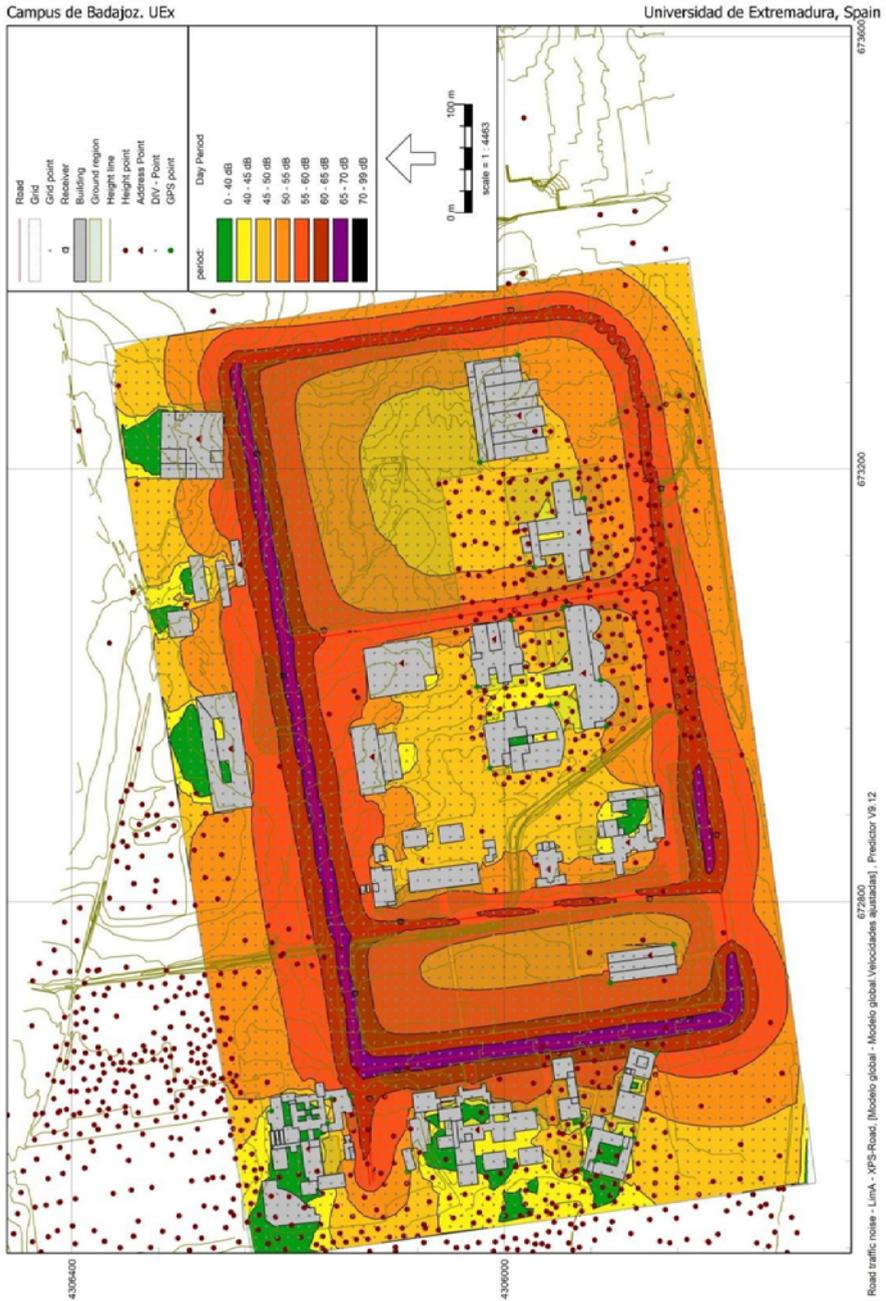


Figura 6. Mapa de ruido obtenido para el campus de Badajoz.



Figura 7. Mapa de ruido obtenido para el campus de Cáceres.

Sobre los modelos creados, presentados en las figuras anteriores, en la zona de los dos campus universitarios analizados, se superpuso una malla de tamaño de rejilla de 10 x 10 metros (tamaño recomendado por el Ministerio de Fomento para la realización mapas de ruido de carreteras<sup>3</sup>).

En la figuras 6 y 7 se presentan los mapas de ruido obtenidos, para una altura de 4 metros, en los campus de Badajoz y Cáceres, respectivamente. Estos mapas de ruido se han superpuesto sobre los modelos y sus elementos, para una mejor visualización.

#### 4. CONCLUSIONES

Los valores sonoros obtenidos en las vías del campus de Badajoz parecen afectar a más distancia que los obtenidos en el campus de Cáceres. Indudablemente las diferencias en la orografía del terreno (la altura del terreno es mucho más constante en el campus de Badajoz) es muy relevante en este efecto.

Si nos fijamos en la incidencia sobre los diferentes edificios de los dos campus estudiados, a las fachadas de los mismos, nunca llegan niveles sonoros superiores a 65 decibelios. De hecho a la mayor parte de los edificios los niveles que llegan a sus fachadas rara vez son superiores a 55 decibelios. Es, por tanto, previsible que, considerando un mínimo aislamiento de las fachadas de los edificios de los campus, el ruido debido al tráfico de vehículos en el campus no sea una molestia importante en el interior de los edificios.

Los niveles que llegan derivados del tráfico de vehículos al entorno de los diferentes edificios de los campus son bastante bajos. De hecho es de prever que en estos entornos puedan existir otras fuentes de ruido cuya molestia sea mayor (sistemas de acondicionamiento, conversaciones de las personas, sonidos de animales, etc.). Podría ser de interés el estudio futuro de las fuentes sonoras presentes en el entorno de los edificios y su importancia en el nivel sonoro total.

---

<sup>3</sup> Ministerio de Fomento “Criterios y condiciones técnicas para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido de las carreteras de la red del estado. 2ª Fase 2012” (Ministerio de Fomento, 2010).

# OFERTA Y LA DEMANDA DE APARCAMIENTO DE VEHÍCULOS PARTICULARES EN LOS CAMPUS DE LA UEX

**Miguel Candel Pérez**

Departamento de Construcción. Universidad de Extremadura  
miguelcandel@unex.es

**Francisco José García-Adámez Morcillo**

Departamento de Construcción. Universidad de Extremadura  
fgarciaxs@alumnos.unex.es

---

Dentro del Plan de Movilidad uno de los objetivos es analizar la oferta y la demanda de aparcamiento de vehículos particulares en los campus de la Universidad de Extremadura.

Para la realización de dicho análisis es imprescindible partir de una metodología que permita determinar el número de plazas de aparcamiento de las que dispone cada campus.

## 1. DETERMINACIÓN DE LAS PLAZAS DE APARCAMIENTO

La determinación del número de aparcamientos se ha realizado a través de la inspección ocular, en los distintos campus de la UEx. Con esta inspección se ha observado la disposición de las plazas de aparcamiento tanto legal como ilegal. Las plazas de aparcamiento legales están señalizadas en los viales y se regulan por las ordenanzas de tráfico. Por su parte, las plazas de aparcamiento ilegales no guardan relación con la ordenación del tráfico.

Los aparcamientos han sido digitalizados por campus. En cada campus se han identificado distintas tipologías de aparcamiento que han sido representadas en un SIG. Estas tipologías de aparcamiento son las siguientes:

- Aparcamientos ilegales (color rojo).
- Aparcamientos en batería (color azul).
- Aparcamientos en línea (color verde).

Con el fin de registrar territorialmente el espacio ocupado por cada uno de los tipos de aparcamientos se calcula el área de cada tipología de aparcamiento.

Se calcula el área destinada a estacionar en cada facultad o Escuela de la UEx atendiendo a su tipología y así, conocer el número de plazas de aparcamiento que se ofertan en cada una de ellas (Tabla 1).

El área de una plaza de aparcamiento, de acuerdo a la “Ficha 7: Aparcamientos” incluida en la Instrucción de Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid en el año 2000, es diferente dependiendo de la tipología de los aparcamientos, y su cálculo se realiza atendiendo a las siguientes expresiones:

$$\text{Área Aparcamiento}_{\text{Batería}} = 12 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Aparcamiento}_{\text{Línea}} = 10,12 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Aparcamiento}_{\text{Ilegal}} = 11 \text{ m}^2$$

El área de los aparcamientos ilegales se aproxima a un valor intermedio entre los aparcamientos en batería y los aparcamientos en línea.

**TABLA I. ÁREAS TOTALES POR FACULTADES ATENDIENDO A LA TIPOLOGÍA DE APARCAMIENTO**

CAMPUS	CENTRO	ÁREA BAT (m <sup>2</sup> )	ÁREA LIN (m <sup>2</sup> )	ÁREA ILEG (m <sup>2</sup> )
PLASENCIA	Centro Universitario de Plasencia	1.353	194	0
CÁCERES	Escuela Politécnica	2.408	1.267	1.817
	Facultad de Ciencias del Deporte	1.802	0	0
	Facultad de Derecho	1.969	310	156
	Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional	1.805	29	42
	Facultad de Estudios Empresariales y Turismo	2.750	0	207
	Facultad de Filosofía y Letras	2.326	469	62
	Facultad de Formación del Profesorado	1.139	569	268
	Facultad de Veterinaria	4.287	161	0
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	2.389	295	1.892

CAMPUS	CENTRO	ÁREA BAT (m <sup>2</sup> )	ÁREA LIN (m <sup>2</sup> )	ÁREA ILEG (m <sup>2</sup> )
MÉRIDA	Centro Universitario de Mérida	2.599	339	0
BADAJOZ	Escuela de Ingenierías Agrarias	2.840	783	124
	Escuela de Ingenierías Industriales	2.441	883	0
	Facultad de Ciencias	3.192	2.118	739
	Facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación	408	0	1.026
	Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales	2.444	931	449
	Facultad de Educación	2.026	667	31
	Facultad de Medicina	1.453	0	1.632
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	5.729	2.496	4.317

Con estos cálculos se determina también el número de aparcamientos en cada Facultad y Escuela atendiendo a las tipologías definidas (Tabla 2).

Se comparan estos datos con lo que dice la Ley 15/2001, de 14 de diciembre, del Suelo y Ordenación Territorial de Extremadura (en adelante LESOTEX): “La previsión de un número adecuado de aparcamientos, que deberá respetar el mínimo de una plaza, que reglamentariamente podrá elevarse a 1,5 para determinados sectores, por cada 100 metros cuadrados de edificación residencial y las adecuadas que se establezcan para el resto de usos. En todo caso, la menos 0.5 plazas por cada 100 metros cuadrados de edificación, anexas o no al viario, deberán tener carácter público”.

Realizando la comparación (Tabla 3), se aprecia una correspondencia entre las plazas que debe haber según LESOTEX, salvo en algunos centros excepcionales. En la facultad de Filosofía y Letras la oferta de aparcamiento es superior debido quizás a la proximidad con la Biblioteca del campus de Cáceres. En el centro universitario de Mérida podemos ver que la oferta supera con creces a lo que le correspondería si aplicáramos la LESOTEX.

En cuanto al campus de Badajoz la oferta de plazas de aparcamiento supera con creces en la mayoría de los centros educativos sus correspondientes a la LESOTEX, salvo en la facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación, que al

encontrarse situada dentro de la ciudad y especialmente construida en la parte alta sobre un cerro tiene poco espacio para poder ofertar plazas de aparcamiento, cabe destacar la existencia de un parking público cercano en el cual seguramente estacione gran parte de la población objeto del presente estudio.

**TABLA 2. NÚMERO DE APARCAMIENTOS POR FACULTADES ATENDIENDO A SU TIPOLOGÍA**

CAMPUS	CENTRO	ÁREA BAT (m <sup>2</sup> )	ÁREA LIN (m <sup>2</sup> )	ÁREA ILEG (m <sup>2</sup> )
PLASENCIA	Centro Universitario de Plasencia	113	19	0
CÁCERES	Escuela Politécnica	201	125	165
	Facultad de Ciencias del Deporte	150	0	0
	Facultad de Derecho	164	31	14
	Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional	150	3	4
	Facultad de Estudios Empresariales y Turismo	229	0	19
	Facultad de Filosofía y Letras	194	46	6
	Facultad de Formación del Profesorado	95	56	24
	Facultad de Veterinaria	357	16	0
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	199	29	172
MÉRIDA	Centro Universitario de Mérida	217	33	0
BADAJOZ	Escuela de Ingenierías Agrarias	237	77	11
	Escuela de Ingenierías Industriales	203	87	0
	Facultad de Ciencias	266	209	67
	Facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación	34	0	93
	Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales	204	92	41
	Facultad de Educación	169	66	3
	Facultad de Medicina	121	0	148
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	477	247	392

**TABLA 3. PLAZAS OFERTADAS VS PLAZAS MÍNIMAS LESOTEX.**

CAMPUS	CENTRO	P. APARCAMIENTO OFERTADAS	P. APARCAMIENTO MÍNIMAS (LESOTEX)
PLASENCIA	Centro Universitario de Plasencia	132	133
CÁCERES	Escuela Politécnica	326	393
	Facultad de Ciencias del Deporte	150	207
	Facultad de Derecho	195	214
	Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional	153	97
	Facultad de Estudios Empresariales y Turismo	229	185
	Facultad de Filosofía y Letras	240	90
	Facultad de Formación del Profesorado	151	123
	Facultad de Veterinaria	373	480
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	228	269
MÉRIDA	Centro Universitario de Mérida	250	74
BADAJOZ	Escuela de Ingenierías Agrarias	314	140
	Escuela de Ingenierías Industriales	291	141
	Facultad de Ciencias	475	367
	Facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación	34	123
	Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales	296	206
	Facultad de Educación	235	164
	Facultad de Medicina	121	154
	Otros (Servicios Comunes, Biblioteca, etc.)	724	354

## 2. ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE APARCAMIENTO

Dentro de análisis de oferta/demanda de aparcamiento, el estudio de resultados se centrará en los campus universitarios de Cáceres y Badajoz, ya que son los que mayores problemas de aparcamiento presentan debido a la gran población que atraen a diario, descartando los centros universitarios de Mérida y Plasencia que por la población que atraen y las plazas de aparcamientos existentes cubren con eficiencia su función.

Se asume la hipótesis de que los usuarios no podrán siempre aparcar en el parking más cercano a su centro de trabajo o estudios Y se agrupan las plazas de aparcamiento en sectores por proximidad en los campus de Cáceres y de Badajoz.

Campus de Cáceres:

- G1: Escuela Politécnica.
- G2: Facultad de Ciencias del Deporte e Intromac.
- G3: Facultad de Derecho, Biblioteca Central, Facultad de Filosofía y Letras y Facultad de Formación del Profesorado.
- G4: Escuela de Enfermería y Terapia Ocupacional, Facultad de Veterinaria, Parque Científico y Tecnológico y Edificio de Usos Múltiples.
- G5: Facultad de Estudios Empresariales y Turismo.

Campus de Badajoz:

- J1: Facultad de Educación, Facultad de Ciencias (Oeste) y Edificio Metálico.
- J2: Facultad de Ciencias (Este), Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Biblioteca Central y Edificio de Usos Múltiples.
- J3: Edificio de Rectorado, Escuela de Ingenierías Industriales y Parque Científico y Tecnológico.
- J4: Facultad de Medicina.
- J5: Escuela de Ingenierías Agrarias.
- J6: Facultad de Biblioteconomía y Documentación.

**TABLA 4. OFERTA DE PLAZAS DE APARCAMIENTO POR SECTORES EN LOS CAMPUS DE CÁCERES Y BADAJOZ.**

SECTOR	LEGAL	ILEGAL	TOTAL	SECTOR	LEGAL	ILEGAL	TOTAL
Campus de Cáceres				Campus de Badajoz			
G1	326	165	491	J1	484	64	548
G2	349	13	362	J2	867	90	957
G3	604	94	698	J3	647	162	809
G4	537	84	621	J4	121	335	456
G5	229	19	248	J5	314	11	325



Figura 1. Sectores Campus de Cáceres.

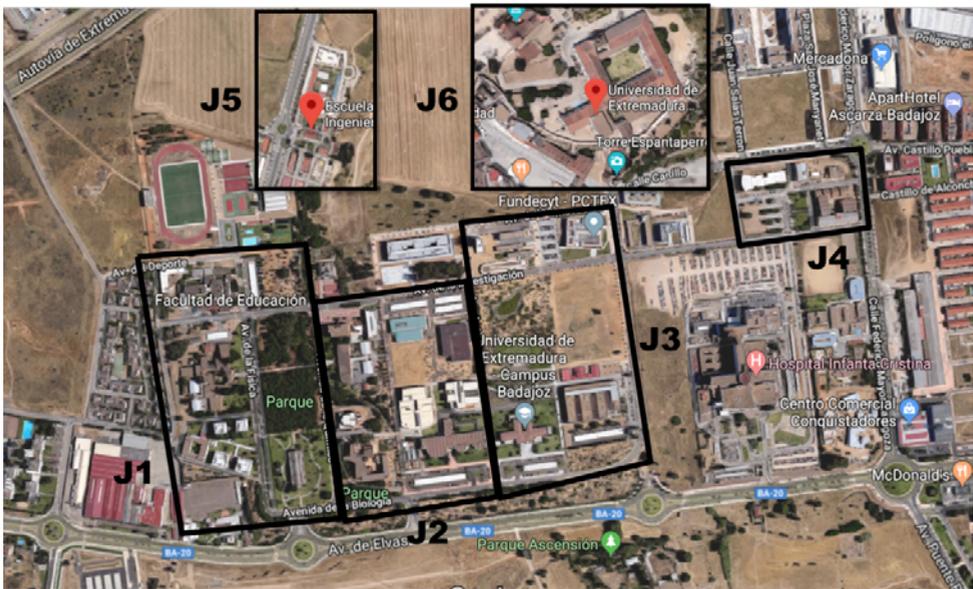


Figura 2. Sectores Campus de Badajoz.

Se computan las plazas totales en los sectores definidos, considerando tanto plazas legales como ilegales (Tabla 4).

El modo de transporte más utilizado para acceder al campus de Cáceres y Badajoz es el automóvil. A excepción del sector J4, en el que el autobús es el modo más utilizado con un 44%, muy parecido al automóvil con un 37%, esto puede deberse a la proximidad de este sector con el hospital Infanta Cristina, teniendo este gran accesibilidad en autobús desde distintos puntos de la ciudad. Destacar que en el

campus de Badajoz en el sector J6 el modo de transporte más usado es caminando, se trata de un hecho aislado ya que este sector está dentro de la ciudad y esto facilita bastante su acceso a pie, aun así, le sigue con el 30% el automóvil. Por tanto, se determina que el modo preferente de acceso es el automóvil, siendo su uso desigual entre los diferentes sectores.

Con los datos del número de desplazamientos diarios en coche, extrapolándolos al conjunto de la población se puede analizar el número de vehículos que estacionan diariamente por sectores, en periodos diarios de mañana y de tarde, en los campus de Cáceres y Badajoz. A partir de los datos de ocupación diaria se puede calcular la ocupación media semanal dividida en mañana y tarde, junto a la ocupación media diaria como se muestra en la Tabla 5.

**TABLA 5. OCUPACIÓN MEDIA DIARIA Y SEMANAL POR SECTORES, MAÑANA Y TARDE.**

OCUPACIÓN MEDIA				
CAMPUS	SECTOR	MAÑANA	TARDE	OCUPACIÓN MEDIA DIARIA
CÁCERES	G1	424	313	369
	G2	265	129	197
	G3	1227	427	827
	G4	628	246	437
	G5	299	68	184
BADAJOZ	J1	339	284	312
	J2	867	583	725
	J3	575	212	394
	J4	315	88	202
	J5	206	38	122
	J6	79	50	65

Conocido el número de vehículos que estacionan a diario en los diferentes sectores de los campus, en los periodos de mañana y de tarde y suponiendo que lo hagan de manera simultánea en las plazas de aparcamiento ofertadas, se puede obtener el porcentaje de ocupación de aparcamiento diario (Tabla 6), obteniendo de esta manera una clara visión de las capacidades de aparcamiento de cada uno de los sectores.

**TABLA 6. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN MEDIA DIARIA POR SECTORES EN HORARIO DE MAÑANA Y TARDE SOBRE LAS PLAZAS LEGALES Y SOBRE EL TOTAL DE PLAZAS DISPONIBLES.**

		APARCAMIENTOS LEGALES			TOTAL DE APARCAMIENTOS		
CAMPUS	SECTOR	MAÑANA	TARDE	DIARIO	MAÑANA	TARDE	DIARIO
CÁCERES	G1	130%	96%	113%	86%	64%	75%
	G2	76%	37%	57%	73%	36%	55%
	G3	203%	71%	137%	176%	61%	119%
	G4	117%	46%	82%	101%	40%	71%
	G5	130%	30%	80%	121%	27%	74%
BADAJOZ	J1	70%	59%	65%	62%	52%	57%
	J2	100%	67%	84%	91%	61%	76%
	J3	89%	33%	61%	71%	26%	49%
	J4	260%	72%	166%	69%	19%	44%
	J5	66%	12%	39%	63%	12%	38%
	J6	233%	146%	190%	62%	39%	51%

En los datos de ocupación atendiendo a las plazas de aparcamientos legales, se puede observar que existen ciertos sectores en los cuales no hay problemas para estacionar, destacando por encima del resto el sector “J5” del campus de Badajoz, que corresponde a la Escuela de Ingenierías Agrarias. Esta presenta una ocupación media diaria del 39%, debido a estar situada en un emplazamiento distinto al propio campus, los aparcamientos existentes son íntegramente para sus usuarios.

Por otro lado, existen varios sectores en los cuales la ocupación supera la oferta de aparcamiento, en el campus cacereño los sectores G1 (Escuela Politécnica) y G3 (Facultad de Derecho, Biblioteca Central, Facultad de Filosofía y Letras y Facultad de Formación del Profesorado). Los problemas del sector G3 principalmente se deben al gran número de población que agrupa lo que hace que se vea desbordado a diario.

En el campus de Badajoz destacan los sectores J4 (Facultad de Medicina) y J6 (Facultad de Biblioteconomía y Documentación). En el sector J6, los problemas de estacionamientos vienen a raíz del problema existente por la orografía, que limita la construcción de zonas destinadas a dicho uso, por ello el modo de acceso más utilizado es caminando superando al automóvil, aunque estos problemas se solventan en gran medida como se citó anteriormente por la existencia de un parking público cercano que es utilizado por los usuarios de este centro. Por el contrario, en el sector J4 la proximidad con el hospital Infanta Cristina puede favorecer esta saturación del aparcamiento debido a que usuarios del hospital utilicen plazas pertenecientes al propio sector.

La mayoría de los problemas para estacionar son por la mañana, debido a los horarios lectivos, apreciándose un gran descenso en la ocupación por las tardes, como se puede comprobar en los sectores G1, G3, G4 y G5 del campus cacereño y J2, J4 y J6 en el campus pacense.

Atendiendo al total de aparcamientos (Legales + Ilegales), lógicamente se observa que el nivel de ocupación se reduce sobre todo en los sectores donde existían los problemas de estacionamiento, salvo en los sectores G3, G4 y G5 del campus cacereño. En el sector G3 existe un tamaño de población demasiado grande para el total de aparcamientos disponible, ya que este sector tiene una población cercana a los 4500 usuarios que representa el 50% aproximadamente del campus cacereño. El sector G5, presenta una alta ocupación por las mañanas debido a los horarios lectivos que concentra en este periodo a muchos usuarios y es un sector en el cual no hay espacio físico para el aparcamiento ilegal.

### **3. CONCLUSIONES**

A pesar de la gran superficie destinada a aparcamientos, existiendo 23.975 m<sup>2</sup> en el campus de Cáceres y 28.410 m<sup>2</sup> en el de Badajoz, ésta se muestra insuficiente y plantea problemas de aparcamiento.

Se aprecian excesivas ocupaciones de los aparcamientos en ambos campus, sobre todo en el periodo matinal, coincidiendo con la mayor carga de clases impartidas. Hecho que provoca la saturación de los aparcamientos en los distintos centros como pueden ser la Escuela Politécnica incluida en el sector G1 o la Facultad de Medicina perteneciente al sector J4.

# PERCEPCIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL CONTEXTO UNIVERSITARIO

**José Manuel Pérez Pintor**

Departamento de Arte y Ciencias del Territorio. Universidad de  
Extremadura

jimperpin@unex.es

**Montaña Jiménez Espada**

Departamento de Construcción. Universidad de Extremadura

mjespada@unex.es

---

En los últimos años, se observa un interés creciente por el estudio de los problemas específicos de movilidad y accesibilidad en los ámbitos urbanos, como resultado del incremento exponencial de los mismos, fundamentalmente como consecuencia del aumento sustancial del parque automovilístico (se estima que en la próxima década 6 de cada 10 habitantes del mundo residan en ciudades<sup>1</sup>). Con este escenario de partida, por tanto, dotar de movilidad a la población, compatibilizándola con la preservación del medio ambiente se ha convertido en un reto de difícil solución. En gran número de poblaciones, el incremento constante de la movilidad ha producido ciertos desordenes circulatorios, problemas de aparcamiento, ruido y contaminación, lo que genera efectos negativos sobre la calidad de vida del ciudadano. Los patrones actuales de movilidad se caracterizan por un creciente uso del vehículo privado en detrimento de sistemas de transporte más sostenibles (caminar, bicicleta y transporte público colectivo). Según el último informe publicado por el Banco Mundial sobre la situación de la movilidad en los diferentes países “Global Mobility Report 2017”, aún persisten una serie de limitaciones desde el punto de vista del acceso a los diferentes tipos de transporte, independiente del estrato económico y social. Así mismo queda pendiente mejorar la eficiencia, la seguridad y avanzar hacia un modelo de movilidad más ecológico o sostenible.

En ese sentido, los “Planes de Movilidad” se presentan como un instrumento verdaderamente útil que permiten al gestor organizar el tráfico de un modo más con-

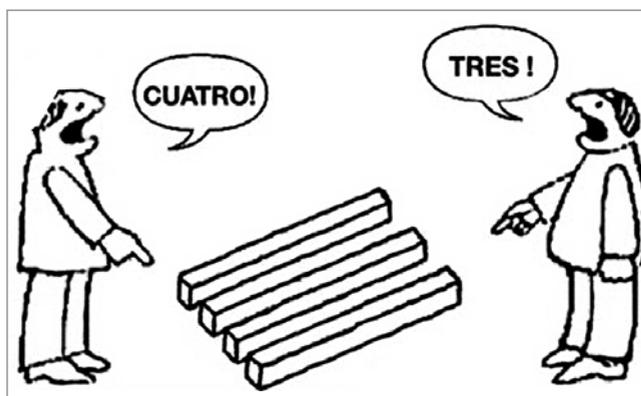
---

<sup>1</sup> Fondo Monetario Internacional (FMI), 2017.

veniente, así como establecer una ordenación urbanística más razonable. Dentro de las acciones encaminadas a la mejora de las condiciones de movilidad en las ciudades se encuentran: 1) la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles priorizando la reducción del transporte individual en beneficio de los sistemas colectivos y otros modos no motorizados, 2) abordar de manera integral todos los aspectos relacionados con la movilidad, a saber: tráfico, aparcamiento, transporte público y movilidad blanda referida a usuarios vulnerables (peatones y ciclistas).

Al objeto de conocer detalladamente cómo se producen los diferentes movimientos que generan los desplazamientos cada vez más numerosos en un área de estudio concreta se opta por realizar evaluaciones basadas en encuestas (Miralles-Guasch, 2011). No obstante, se ha detectado que la mayoría de las investigaciones que se efectúan de forma habitual facilitan información relativa al comportamiento del usuario (Gutiérrez et al., 2017; Klingner et al., 2013), no así, las intenciones o la percepción que podría tener el mismo en relación a la posibilidad de un cambio de modo de transporte que limite el excesivo uso del vehículo privado. Debido a estos condicionantes resulta preferible conocer el punto de vista del usuario ante posibles cambios que puedan introducirse en su forma de desplazamiento habitual y al objeto de llevar a cabo este planteamiento se desarrolla un estudio de percepción (Espluga et al., 2008).

La percepción puede considerarse uno de los factores más importantes que influyen en el comportamiento de los individuos dado que se trata de la imagen mental que se forma con ayuda de la “experiencia” y las “necesidades de las personas”. Consiste en el resultado de un proceso de: selección, organización e interpretación. En ese



**Figura 1.** La percepción de cada persona frente a un mismo estímulo puede ser diferente. Fuente: Tecnoweb.

sentido, la percepción de una persona es subjetiva, selectiva y temporal, variando las reacciones a un mismo estímulo de un individuo a otro, dependiendo de sus necesidades en ese momento o de sus experiencias (Figura 1). Una persona no puede percibir todo al mismo tiempo y selecciona su campo perceptual en



El objeto del presente estudio consiste en analizar la percepción de la movilidad que posee un usuario que se desplaza de forma habitual por motivos de estudio y/o trabajo al campus de Cáceres de la Universidad de Extremadura localizado a más de 4 km del centro urbano de la ciudad de Cáceres (Figura 2). Las encuestas que se realizan normalmente a la población en relación con la utilización de diferentes modos de transporte público colectivo ponen de manifiesto o indican el comportamiento del usuario, pero no sus intenciones respecto a la posibilidad de un cambio de medio de transporte basado en criterios de sostenibilidad ambiental.

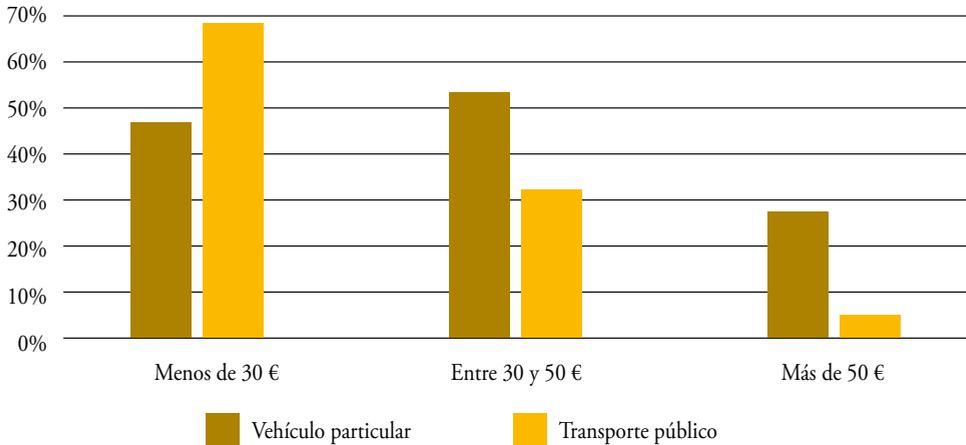
En este trabajo se desarrollan encuestas de preferencias declaradas al objeto de obtener información de las personas que se trasladan diariamente a dicho campus sobre opciones de elección del usuario ante posibles cambios futuros en las infraestructuras (construcción de nuevos aparcamientos, carriles bici), cambios en las líneas de transporte urbano, modificación de tarifas existentes, etc.

Esta operación de consulta de los desplazamientos de los diferentes colectivos que conforman la comunidad universitaria, se convierte en la herramienta básica de la gestión de la movilidad de la Universidad de Extremadura. Permite conocer los hábitos y perfiles de movilidad y genera reflexión sobre los déficits y políticas a llevar a cabo. La encuesta tiene por objetivo obtener información sobre la movilidad del Campus: desde donde llegan los usuarios, cuáles son sus características, percepciones y necesidades, con que modos de transporte acceden, qué títulos de transporte utilizan, cuánto tardan, cómo valoran la oferta, etc.

La percepción de la movilidad es un elemento por tanto difícil de cuantificar atendiendo a las diferentes necesidades y preferencias de las personas en función de su experiencia y realidad cotidiana. De tal manera que al plantear la cuestión relativa al gasto mensual estimado derivado de los desplazamientos al campus universitario de Cáceres (Figura 3), las personas que diariamente utilizan el vehículo particular presentaban claras dificultades para cuantificar este coste, ya que la utilización del vehículo no se circunscribe exclusivamente para los desplazamientos al campus.

Al margen de la disyuntiva anteriormente señalada, se observa como los encuestados que utilizan el vehículo privado en comparación con los usuarios del autobús urbano presentan un coste mensual superior. De este modo, el 54% de las personas que emplean el vehículo particular manifiestan tener un gasto medio mensual superior a 30 euros, frente al 32% de los que se desplazan en transporte público e indican esta misma realidad. En este sentido, la mayoría de los usuarios del modo de transporte público muestran los costes de desplazamientos más reducidos. El

68% declara tener un coste inferior a 30 €, descendiendo esta cifra hasta un 46% cuando se trata de los encuestados que se desplazan en vehículo privado.



**Figura 3.** Gasto mensual estimado en función del modo de transporte utilizado.

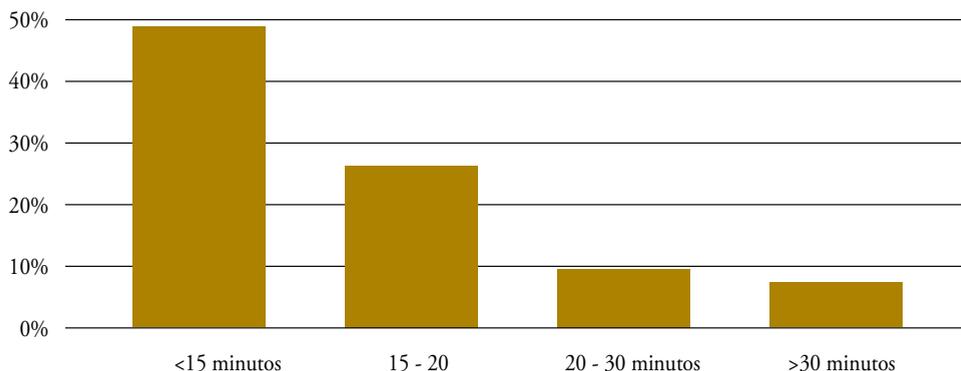
## 1. PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS DEL VEHÍCULO PRIVADO

Considerando que el medio de transporte más utilizado de manera cotidiana por las personas que acceden al campus universitario de Cáceres, es el vehículo particular (58%), se plantea la necesidad de revelar la percepción sobre determinados factores de interés en el ámbito de la movilidad tales como: la duración del trayecto, la dificultad de acceso al campus, la disponibilidad de aparcamientos, los costes derivados del uso de aparcamientos regulados, etc.

En este sentido, respecto al tiempo invertido diariamente para cubrir la distancia existente entre el lugar de residencia y el campus (Figura 4), los usuarios de vehículo particular indican preferentemente un tiempo de acceso inferior a 15 minutos (48% de los usuarios de vehículo particular) siendo el siguiente grupo más representativo el correspondiente a todas aquellas personas que tardan en realizar dicho trayecto entre 15 y 20 minutos (24%). En el extremo opuesto se encuentran todos aquellos encuestados para los que acceder al campus supone destinar en función de los intervalos de tiempo establecidos, más de 20 o 30 minutos, respectivamente (28%).

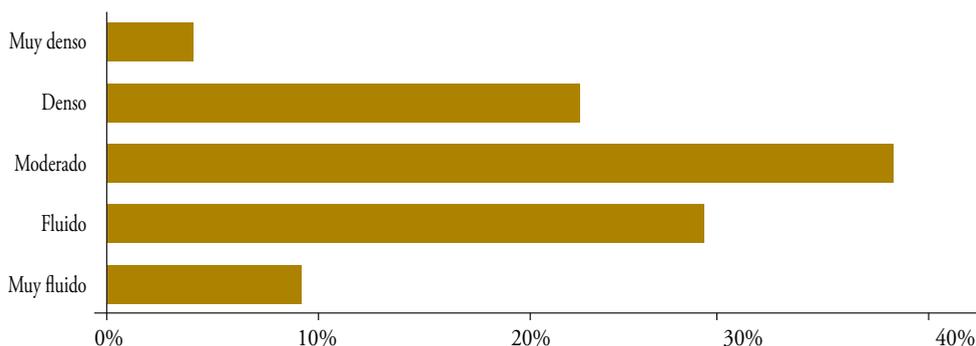
<sup>2</sup> La empresa concesionaria del servicio de transporte urbano de Cáceres, oferta un abono mensual con un coste de 27 € que permite la utilización de las diferentes líneas de transporte urbano de la ciudad de manera ilimitada.

El resultado obtenido muestra una prevalencia de los tiempos inferiores a 20 minutos, a pesar de la localización periférica de la infraestructura universitaria con relación a la ubicación del centro urbano de la ciudad de Cáceres, condicionada fundamentalmente por el tamaño medio del municipio (<100.000 habitantes), lo que minimiza las distancias a recorrer entre las diferentes zonas de la ciudad.



**Figura 4.** Duración estimada del desplazamiento entre el lugar de residencia y el campus universitario.

En concordancia con la cuestión anterior se complementa la información sobre la percepción de la duración del desplazamiento atendiendo a la consideración de la situación del tráfico. Como puede observarse en la Figura 5, el porcentaje proporcionalmente más elevado de encuestados considera que el volumen de vehículos presente en sus recorridos cotidianos desde sus domicilios hasta las instalaciones universitarias de Cáceres es moderado (36,6%) o fluido (27,8%). Mientras que para un 26% de estas personas la circulación existente se percibe como densa (22%) o muy densa (4%).

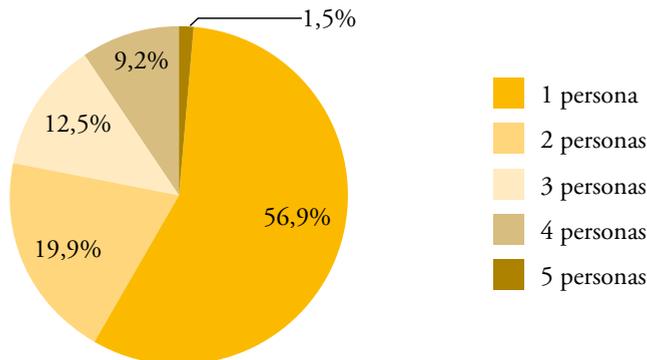


**Figura 5.** Grado de fluidez del tráfico percibida en el recorrido de acceso al campus.

Ante estas circunstancias y considerando que la mayoría de los encuestados indican un tiempo máximo de desplazamiento inferior a 15 minutos, se revela que el acceso al campus no presenta problemáticas destacadas desde el punto de vista del tránsito de vehículos, al margen de incidencias menores de carácter puntual que ralentizan la fluidez del tráfico. Entre ellas puede destacarse la derivada de la parada del autobús urbano en mitad de la calzada para dejar usuarios ante la imposibilidad de apartarse por la presencia de vehículos estacionados, impidiendo el tránsito del resto de vehículos eventualmente.

La utilización masiva del vehículo privado deriva en un aumento considerable de los costes económicos y medioambientales, como se indica en el apartado de este trabajo dedicado al análisis y estimación de los mismos en función de la movilidad de la población vinculada a la Universidad de Extremadura.

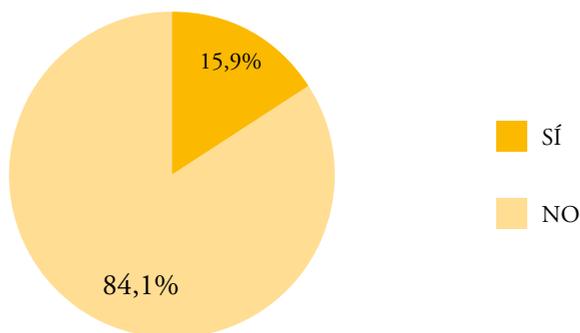
Actualmente en España la ocupación media por vehículo se estima en 1,2 personas, lo que indica que en la mayoría de los desplazamientos un único usuario ocupa el vehículo. El grado de ocupación del coche en el caso del campus cacereño coincide con esta realidad (Figura 6), de tal forma que el 56,9% de las personas que utilizan el vehículo privado indican que realizan estos desplazamientos como ocupantes únicos del automóvil. En este sentido se obtiene a su vez que el 43,1% restante se desplaza acompañado al menos por otra persona o más. Los índices de ocupación más eficientes desde el punto de vista del número de viajeros por vehículo, es decir, desplazamientos con al menos tres personas por automóvil arrojan porcentajes en definitiva bastante mermados en comparación con los anteriores. Solo el 12,5% de los encuestados viajan junto con otras dos personas (3 ocupantes), cuatro en total un 9,2% y solo se alcanzan las cotas más elevadas en el 1,5% de los casos (5 ocupantes).



**Figura 6.** Grado de ocupación del vehículo.

Compartir vehículo en los desplazamientos, ya sea por motivos de ocio o trabajo, se ha convertido en una de las opciones más recomendables en la senda de la mejora de la movilidad y en definitiva de la sostenibilidad de la misma. La puesta en práctica de esta acción supone una serie de ventajas de tipo económico, medioambiental y en definitiva de mejora de la calidad de vida de la población, en una sociedad caracterizada por un uso intensivo del vehículo particular con un grado de ocupación significativamente bajo. Entre las ventajas de tipo económico cabe destacar la reducción de los costes derivados de los desplazamientos, como son: los gastos de combustible, las diferentes cuotas de estacionamiento (parking regulado, zona azul, etc.), así como los desembolsos vinculados al mantenimiento del propio vehículo por el desgaste de utilización. En el ámbito medioambiental supone una reducción de las emisiones de CO (uno de los principales contaminantes) y la disminución de las cotas de ruido derivadas del tráfico de vehículos. Todo ello supone un aumento del bienestar global de la ciudadanía en su conjunto, ya que se reduce el número de vehículos en desplazamiento diario y las molestias anexas a esta realidad, lo que se denominan técnicamente externalidades (contaminación, ruidos, accidentalidad, etc.), así como para las personas que realizan estos desplazamientos (reducción de atascos, mayor disponibilidad de aparcamientos, descenso de costes económicos, mejoras de salud –fatiga, estrés–, etc.).

En este contexto, el planteamiento sobre la posibilidad de compartir vehículo por parte de las personas que acuden al campus cacereño en coche (Figura 7), permite verificar que a priori la mayoría de estas personas muestran disponibilidad a compartir vehículo en sus desplazamientos a las instalaciones universitarias (84,1%). El volumen de personas que se manifiestan contrarias a participar en este tipo de iniciativas dirigidas a alcanzar un patrón de movilidad más sostenible se reduce a un 15,9% de los encuestados.



**Figura 7.** Pregunta sobre la disposición a compartir vehículo en los desplazamientos realizados al campus.

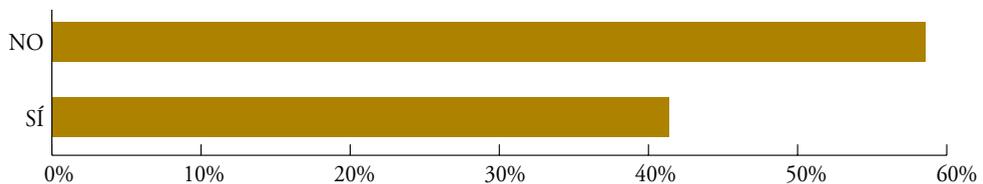
Un elemento destacado en la esfera de la movilidad estrechamente vinculado al aumento paulatino de la utilización cotidiana del vehículo privado, es sin duda, la disponibilidad y sobretodo el acceso a las infraestructuras de aparcamiento localizadas en el entorno de los diferentes equipamientos y dotaciones que acogen habitualmente a un número significativo de personas, como es el caso de los campus universitarios. Estos factores de disponibilidad y acceso a un lugar donde aparcar son en la mayoría de las ocasiones los condicionantes principales a la hora de elegir un modo u otro de desplazamiento.



**Figura 8.** Zonas de aparcamiento localizadas en el Campus Universitario de Cáceres.

De tal manera que, en aquellos casos en los que existe una clara facilidad de acceso a este tipo de infraestructuras y un número de plazas disponibles superior a la demanda existente se incrementa exponencialmente el número de personas que se decantan por la utilización del vehículo privado en los desplazamientos entre su lugar de residencia y el espacio donde se desarrolla la actividad laboral.

En el campus de Cáceres, la percepción mostrada por los usuarios encuestados que utilizan con frecuencia el vehículo privado en relación con el número de plazas de aparcamientos disponibles en función de la demanda actual (Figura 9), pone de manifiesto que existe una oferta de este tipo de infraestructuras adecuado desde su punto de vista. En concreto, para el 58,6% de estas personas el número de plazas de aparcamiento disponibles es suficiente, mientras que aquellos que opinan lo contrario se queda en un 41,4%.



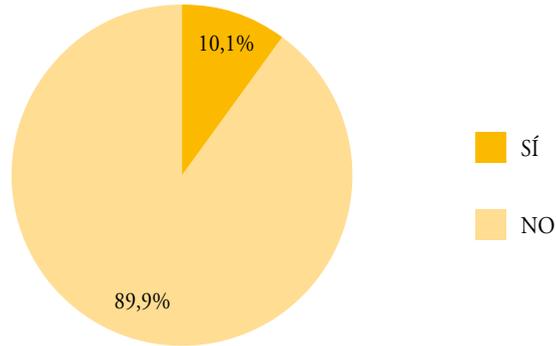
**Figura 9.** Percepción sobre la disponibilidad de plazas de aparcamiento.

Como ya se ha indicado a lo largo de este trabajo en diferentes ocasiones, hoy en día la elección del vehículo privado como modo de transporte es la primera opción para la mayor parte de la ciudadanía, jugando un papel destacado en esta preferencia sobre el uso de otros tipos de transporte la disponibilidad y el acceso a las infraestructuras de aparcamiento en el lugar de destino.

Ante esta realidad, para racionalizar el uso masivo del vehículo privado que accede a diario a los diferentes espacios que atraen un volumen de tráfico numeroso, como son los campus universitarios, se utilizan diferentes medidas encaminadas a desincentivar este modo de desplazamiento en favor de otros más sostenibles. Entre las medidas más utilizadas por las diferentes administraciones públicas se encuentran aquellas dirigidas a limitar y gravar desde un punto de vista impositivo, es decir, con un coste económico asociado la utilización de las infraestructuras de aparcamiento disponibles, al considerarlas los instrumentos más eficaces, a la hora de conseguir la transformación del patrón de movilidad actual en el que los vehículos privados acogen el mayor volumen de los desplazamientos. Así pues, de entre estas medidas anteriormente mencionadas, el establecimiento de zonas de estacionamiento limitado denominadas como “zona azul”, en las que se permite aparcar durante un tiempo limitado con una tarifa asociada en función del tiempo es la más frecuente. Evidentemente la finalidad de la puesta en marcha de medidas de este tipo no es recaudatoria, sino enfocada a promover preferentemente la utilización de los transportes públicos y en definitiva de la movilidad sostenible.

En el campus de Cáceres en la actualidad no existe ninguna zona de aparcamiento regulada y la oferta existente es totalmente gratuita para las personas que acceden al mismo. De tal manera que si preguntamos a los usuarios habituales de estas infraestructuras (estudiantes, PDI, PAS, etc.), sobre cuanto estarían dispuestos a pagar diariamente por hacer uso de las plazas de aparcamiento (Figura 10), se observa como la mayoría de estas personas no están dispuestas a asumir un coste económico derivado de la utilización de las plazas de aparcamiento localizadas en el campus.

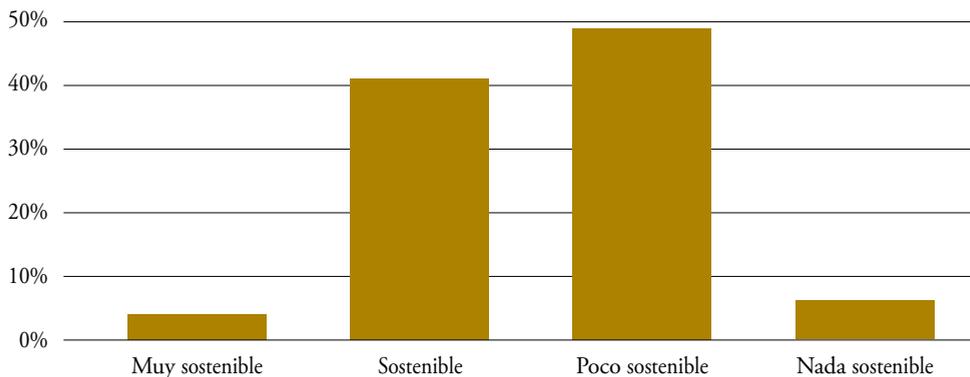
Solo el 10,1% de los encuestados que se desplazan en coche estarían dispuestos a pagar por el uso diario de los aparcamientos, mientras que el 89,9% restante, se muestra en desacuerdo con esta medida que supondría un mayor coste económico para sus desplazamientos. Así mismo, el 80% de las personas que han indicado su conformidad con tener que afrontar un coste económico por aparcar en el campus (solo uno de cada diez encuestados que se desplazan en coche han hecho referencia a esta opción), señalan que estarían dispuestos a pagar una tarifa máxima de 1 € al día.



**Figura 10.** Valoración en relación con el coste por la utilización de las infraestructuras de aparcamiento.

En el ámbito de la percepción es importante evaluar en su conjunto el nivel de conocimiento que muestra la población con respecto a la sostenibilidad de los diferentes tipos de transporte. Se trata por tanto de revelar si realmente la población es consciente de la incidencia positiva o negativa derivada no solo sobre el medioambiente sino también sobre la propia salud en base al tipo de transporte utilizado.

En el caso del vehículo particular, los encuestados que utilizan este modo de transporte en sus desplazamientos habituales al campus universitario (Figura 11), representan el cupo más numeroso entre aquellos que consideran que se trata de un modo de desplazamiento poco sostenible (48,9%). No obstante, se observa también que un porcentaje bastante importante de encuestados lo perciben como un modo sostenible (41%). Los porcentajes con menor representación se adscriben a aquellas personas que consideran al vehículo privado como un modo nada sostenible (6,2%), o muy sostenible (4%), respectivamente.



**Figura 11.** Calificación de la sostenibilidad según los usuarios habituales del vehículo privado.

Los resultados obtenidos revelan que un número considerable de la población que accede a diario al campus utilizando el vehículo particular no percibe o no es inicialmente consciente de los problemas derivados de la utilización masiva del vehículo privado. Sin embargo, en base a los datos facilitados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) la contaminación atmosférica es responsable de unos siete millones de fallecimientos prematuros al año en el mundo. Entre las causas principales de esta situación que incide negativamente sobre la salud de la población se encuentran los gases derivados de la combustión de los vehículos (fundamentalmente CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>).

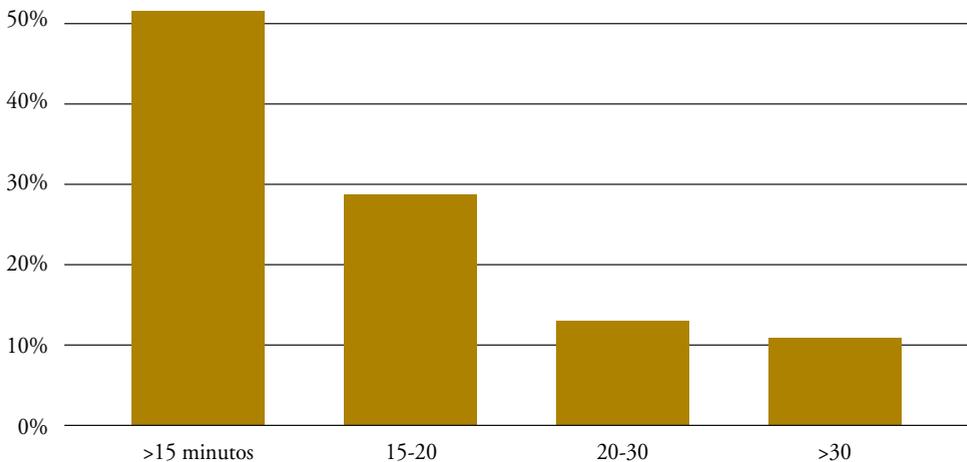
## **2. PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO (AUTOBÚS URBANO)**

La oferta de transporte público disponible en la ciudad de Cáceres se limita a una concesión administrativa municipal para la prestación del servicio de autobús urbano. En la actualidad el acceso al campus puede realizarse a través de dos líneas que conectan directamente el centro urbano con el propio campus (líneas Campus y Refuerzo Campus), o de manera indirecta a través de la línea 3, que conecta la ciudad con el Centro Penitenciario. Atendiendo a los datos anuales de demanda, las dos líneas principales han tenido durante el último año un total de 838.048 usuarios, de los cuales el 87% utilizaron la línea Campus y el 13% restante la línea de Refuerzo Campus.

Respecto a la percepción de los usuarios que acceden al campus universitario utilizando este tipo de transporte atendiendo a la duración del desplazamiento (Figura 12), se aprecia que más del 75% de los encuestados indican un tiempo máximo de 20 minutos. De tal manera que, solo 1 de cada 4 usuarios señala que la duración del desplazamiento en transporte público le suponga un tiempo superior a 20 minutos. En este sentido y de manera desagregada se revela que la mayoría de los usuarios se desplaza desde sus domicilios al campus en menos de 15 minutos (50,2%), y un 27,3% entre 15 y 20 minutos por trayecto. En el extremo opuesto aquellos encuestados que indican dedicar un mayor tiempo al desplazamiento (superior a 30 minutos), suponen en conjunto un porcentaje más reducido entorno al 10,1% de los encuestados.

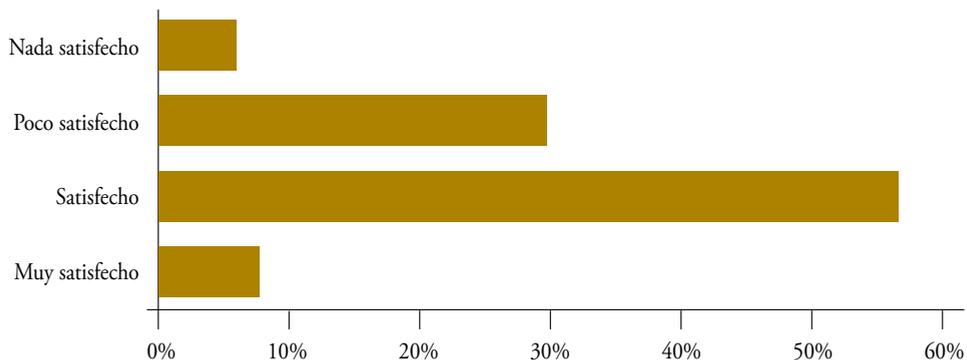
La satisfacción del usuario de transporte público con el servicio prestado es esencial de cara a incrementar la demanda de este tipo de transporte, siendo necesario conocer la percepción que sobre el mismo tienen aquellas personas que lo

utilizan habitualmente. En el caso concreto de la ciudad de Cáceres y a pesar de la renovación de gran parte de la flota de autobuses que prestan el servicio a diario durante los años 2014 y 2015, las dos líneas que conectan directamente la ciudad y el campus han reducido el número de viajeros durante el último año en 74.376 personas, de las cuales 68.250 corresponden a la línea Campus y las 6.126 restantes a la denominada como Refuerzo Campus. Ante esta realidad en la que el transporte público ha perdido un número importante de usuarios a nivel local, cuando la finalidad de la movilidad sostenible está dirigida a incrementar la demanda de este tipo de servicios en detrimento del vehículo privado, es fundamental conocer la opinión de los usuarios en relación al servicio prestado en el caso de la rutas que conectan el centro de la ciudad y el campus cacereño para detectar las carencias existentes.



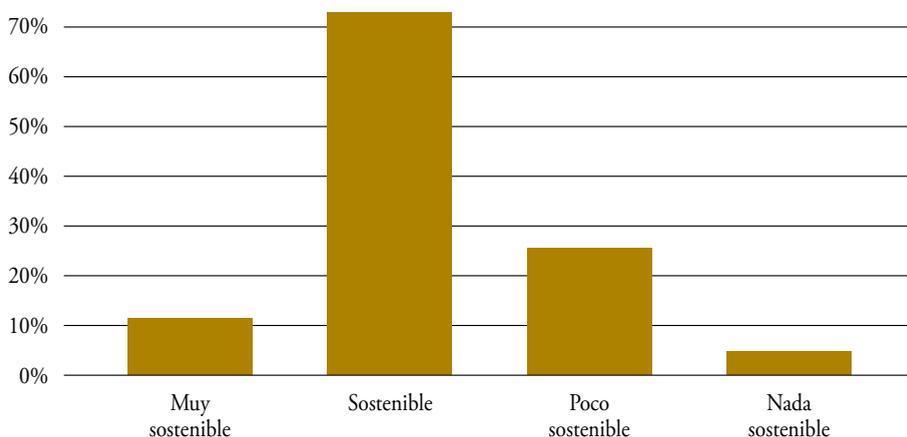
**Figura 12.** Estimación de la duración del desplazamiento según los usuarios de transporte público.

En líneas generales, a partir de los resultados obtenidos en relación a la satisfacción de los usuarios del servicio de autobuses urbanos (Figura 13), se contrasta que a pesar de la pérdida de usuarios acontecida el último año, el 56,6% de los encuestados se encuentra satisfecho con el servicio en las condiciones actuales, e incluso un 7,7% dice estar muy satisfecho. En el extremo opuesto el número de usuarios que indica no estar satisfecho con el servicio de autobús urbano se sitúa en el 35,7%. De ellos, un 29,7% apunta una realidad poco satisfactoria y el 6% restante expresa su total desacuerdo con las condiciones en las que se presta el servicio de acceso al campus mediante transporte público (precio, rutas, horarios, frecuencia de paso, estado de los vehículos, etc.).



**Figura 13.** Grado satisfacción de los usuarios del servicio de transporte público.

Al igual que en el caso de las personas que utilizan el vehículo privado para desplazarse al campus, se ha interpelado a los usuarios del transporte público sobre el grado de sostenibilidad que entienden supone el autobús urbano atendiendo a la conservación medioambiental y la salud de la ciudadanía (Figura 14). Para estas personas y a diferencia de la realidad revelada en el caso de los usuarios del vehículo privado, tienen claro y perciben mayoritariamente que se trata de un medio de transporte sostenible o muy sostenible en comparación con otros (76,9%). En este contexto, menos de 1 de cada 4 usuarios del autobús urbano detalla que desde su punto de vista este tipo de transporte puede considerarse como poco o nada sostenible (23,1%).

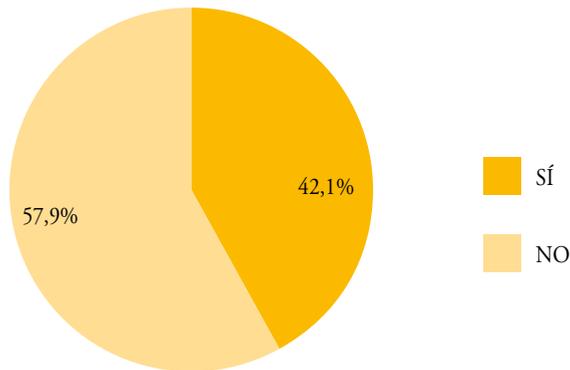


**Figura 14.** Calificación de la sostenibilidad según los usuarios del transporte público.

### 3. PERCEPCIÓN SOBRE EL CAMBIO DE MODELO DE TRANSPORTE HABITUAL

Una vez analizada la percepción de los usuarios que acceden al campus universitario de Cáceres en vehículo privado y transporte público atendiendo a las diferentes cuestiones planteadas sobre los tiempos de desplazamiento, el coste de los mismos, la satisfacción respecto a las infraestructuras disponibles (accesos, aparcamientos, etc.) la prestación del servicio de autobús (rutas, horarios, frecuencias, etc.), así como la apreciación sobre la sostenibilidad del tipo de transporte empleado la última parte de este apartado del estudio se va a centrar en abordar una aproximación a las posibilidades de cambio en el uso del modo de transporte utilizado en los desplazamientos al campus en pro de una movilidad más sostenible en el entorno universitario.

La cuestión planteada por tanto se centra por tanto en evaluar si la población que compone la comunidad universitaria del campus cacereño (estudiantes, PDI, PAS, etc.), estaría dispuesta a cambiar el modo de transporte que utilizan habitualmente por otro independientemente del grado de sostenibilidad que suponga (Figura 15).



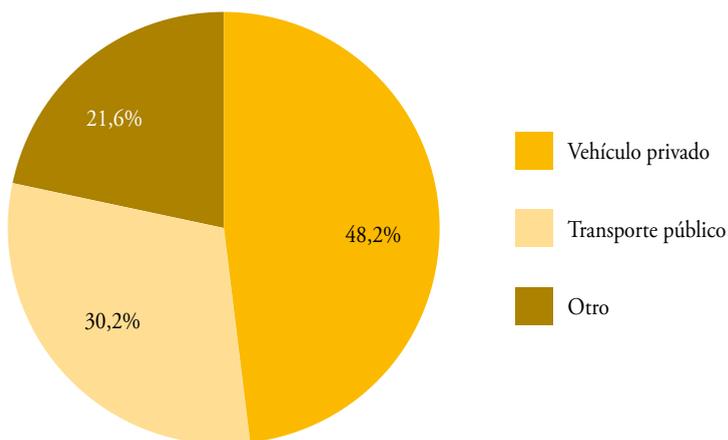
**Figura 15.** Pregunta relativa a la posibilidad de cambiar de modo de transporte habitual por otro más sostenible.

Los resultados obtenidos manifiestan claramente una perceptible disposición a cambiar el modo de transporte actual por otro, de tal manera que un 57,9% de los encuestados se muestra favorable a la cuestión planteada.

En este sentido, para poder conocer realmente si este cambio supone una mejora de la movilidad, es decir, un incremento de los modos más sostenibles,

se propone una segunda cuestión específica para todos los encuestados que indicaron su disposición a cambiar el modo de transporte habitual. La pregunta planteada interroga por tanto a los encuestados sobre el modo de transporte al que estarían dispuestos a cambiar.

A tenor de los resultados obtenidos (Figura 16), se comprueba que paradójicamente la mayoría de personas dispuestas a cambiar el modo de transporte que utilizan regularmente para desplazarse al campus lo harían hacia el vehículo privado (48,2%). A continuación, con un 30,2% se sitúan todos aquellos que dicen modificarían su modo actual y elegirían el transporte público. Y, por último, tenemos a aquellas personas cuya nueva opción de transporte sería otra diferente al vehículo particular o el transporte público, como son los desplazamientos andando o en bicicleta, entre otros (21,6%). No obstante y a pesar de ese trasvase de personas que cambiarían su modo actual por el vehículo privado, el contingente de aquellos que optarían por el transporte público y otros modos diferentes al vehículo privado, suponen en definitiva un aumento del volumen de personas que optarían por patrones de movilidad mucho más sostenibles (51,8%).



**Figura 16.** Cuestión relativa al modo de transporte al que estaría dispuesto a cambiar si tuviera posibilidad.

Para poder explicar este escenario en el que un número cuantioso de encuestados estarían dispuestos a cambiar el transporte público por otros modos menos sostenibles, es necesario determinar cuáles son los principales motivos que hacen decantarse a todas a estas personas vinculadas con el campus por un determinado tipo de transporte u otro.

El análisis de los resultados derivados de la determinación de los motivos principales que condicionan la elección de un determinado tipo de transporte en los desplazamientos al campus de Cáceres (Tabla 1), permite descubrir las causas principales por las que un elevado porcentaje de los encuestados dicen cambiarían al uso del vehículo privado.

La preferencia del automóvil se explica si tenemos en cuenta los dos motivos señalados como prioritarios por la mayoría de los encuestados, como son en primer lugar la comodidad y en segundo lugar la rapidez del medio de transporte. En ambos casos, el vehículo privado es el medio más competitivo y por tanto es gran medida lo que explica el resultado obtenido al realizar la pregunta correspondiente al modo de transporte al que estas personas estarían dispuestas a cambiar.

**TABLA 1. PRINCIPAL MOTIVO PARA LA ELECCIÓN DE UN DETERMINADO TIPO DE TRANSPORTE EN LOS DESPLAZAMIENTOS AL CAMPUS.**

Motivo	Prioridad	Grado
Comodidad	1	Muy alto
Rapidez	2	Alto
Económico	3	Medio
Impacto Medioambiental	4	Bajo
No tengo otra opción	5	Muy bajo

Por otro lado, los motivos relacionados con el coste económico presentan un condicionamiento de tipo medio, esto se advierte básicamente en el desconocimiento real del coste que supone la utilización del vehículo privado y que quedó puesto de manifiesto en la pregunta correspondiente al gasto resultante de los desplazamientos, en las que los usuarios del vehículo privado presentaban claras dificultades para estimar los gastos derivados de este hecho cotidiano. Por último debe destacarse la escasa importancia que muestran condicionantes como el impacto medioambiental y la percepción que en definitiva se tiene sobre esta problemática desde el punto de vista de la movilidad de la población, en la que se manifiesta la necesidad de abordar acciones encaminadas a la concienciación de la población en este sentido.

#### 4. CONCLUSIONES

Entre las principales conclusiones a destacar como resultado del estudio de la percepción de la movilidad de las personas vinculadas laboralmente o por motivos formativos con el Campus universitario de Cáceres, debe ponerse de manifiesto en primer lugar que el análisis realizado ha permitido identificar o revelar las intenciones o percepción de la comunidad universitaria sobre su comportamiento cotidiano, así como su modo de proceder ante posibles cambios, desde el punto de vista específico de la movilidad. En la mayoría de las ocasiones, este tipo de información complementaria de interés, queda enmascarada siguiendo el proceso metodológico tradicional característico de esta tipología de estudios dirigidos a revelar los patrones de movilidad cotidiana centrándose de manera predominante en el análisis e identificación de los desplazamientos.

El análisis en función del tipo de medio de transporte utilizado, desvela en el caso de los usuarios del vehículo privado la percepción mayoritaria de que el tiempo consumido en los desplazamientos cotidianos entre el lugar de residencia y el campus es muy reducido. Esto se explica básicamente en la facilidad de acceso a las diferentes instalaciones universitarias por la red viaria actual, así como por la abundante disponibilidad de plazas de aparcamiento localizadas en los alrededores de las diversas facultades, centros de investigación e infraestructuras deportivas que acoge el campus cacereño. A esto se suma además la localización periférica del campus respecto al resto de la ciudad, derivando todo ello en una utilización masiva de este modo de transporte en concreto.

Así mismo, al analizar las respuestas obtenidas sobre la posibilidad de tener que pagar una tarifa determinada para poder estacionar el vehículo en el campus, la mayoría de los encuestados se han mostrado en desacuerdo con esta medida, al considerar que estaría dirigida a un fin recaudatorio, en vez de estimar que es una de las medidas que se utilizan habitualmente para incentivar la utilización de los transportes públicos en los desplazamientos cotidianos. Sobre el conjunto de resultados obtenidos, debe ponerse también de manifiesto la elevada proporción de personas que consideran que el vehículo privado es un modo de transporte sostenible, lo que debe hacer reflexionar a los agentes implicados en la gestión y control de la movilidad en el contexto universitario, sobre la necesidad de abordar acciones de concienciación (campañas, jornadas, eventos, etc.), respecto de la incidencia nociva que tiene sobre el medio ambiente y particularmente sobre la salud de las

propias personas la utilización masiva de los medios de locomoción que tienen como fuente de alimentación las energías de origen fósil.

Por su parte, en el caso de los encuestados que son usuarios del transporte público, estos se muestran mayoritariamente satisfechos con el servicio de autobús urbano que se oferta en la actualidad. Del mismo modo, debe destacarse en esta ocasión la percepción que revelan los usuarios de este modo de transporte en comparación con la respuesta de los usuarios del vehículo privado, al considerarlo mayoritariamente como un tipo de transporte claramente sostenible y a la vez competitivo en tiempo y comodidad al vehículo privado, así como más económico, atendiendo al coste mensual como consecuencia de los desplazamientos entre el lugar del residencia y el campus.

Por otro lado, ante la opción de abordar un cambio a la hora de elegir el modo de transporte habitual de los encuestados en su conjunto, el 58% de estas personas estarían dispuestas a cambiar el medio habitual por otro, lo que a priori puede parecer un avance hacia un incremento en el uso de medios de transporte más sostenibles. Sin embargo, lo que pone de manifiesto el análisis desagregado de los resultados, es que muchas de estas personas condicionadas por aumentar las cotas de comodidad y la rapidez en los desplazamientos optarían por cambiar su medio actual por el vehículo privado, al margen de otras cuestiones de interés para la movilidad como son los costes asociados a los desplazamientos o las propias problemáticas derivadas de este hecho (contaminación, atascos, ruido, etc.).

Al margen de las cuestiones anteriores, se plantea la necesidad de proyectar una nueva encuesta de opinión sobre la percepción de la comunidad universitaria perteneciente a la Universidad de Extremadura en su conjunto, es decir, incluyendo al resto de campus universitarios localizados en otras ciudades extremeñas, que permita revelar aquellas cuestiones de interés y particularidades encaminadas a reducir el volumen de tráfico de vehículos particulares y fomenten los patrones de movilidad sostenible.

Por último, cabe destacar que sería de interés poder dilucidar a través de un estudio con mayor nivel de desagregación, desde el punto de vista de la percepción, las principales dificultades que presenta la oferta de transporte público actual, de manera que se posicione como una alternativa realmente atractiva para los desplazamientos entre los centros urbanos y las infraestructuras universitarias (rutas, localización de paradas, frecuencia de paso, tiempo de desplazamiento, tarifas, confort y características de los vehículos, etc.), especialmente en el caso de aquellos campus que cuentan con una localización periférica como sucede en la ciudad de Cáceres.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ESPLUGA, À., et al. Percepciones de la movilidad y participación ciudadana en la región metropolitana de Barcelona. *Ciudad y territorio Estudios Territoriales*, XL (157), 499-510, 2008.
- FONDO MONETARIO INTERNACIONAL. *Perspectivas de la economía mundial; En busca del crecimiento sostenible: Recuperación a corto plazo, desafíos a largo plazo*. Washington (octubre), 2017.
- GUTIÉRREZ, J.A., et al. Estudio del tráfico rodado en Navalmoral de la Mata: determinación de flujos, identificación y análisis de problemáticas y propuesta de soluciones. Ayuntamiento de Navalmoral de la Mata, 2017.
- KLINGER, T., et al. Dimensions of urban mobility cultures – a comparison of German cities. *Journal of Transport Geography*, 31, 18–29, 2013.
- MIRALLES-GUASCH, C. Dinámicas metropolitanas y tiempos de la movilidad. La región metropolitana de Barcelona, como ejemplo. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 31, 125–145, 2011.
- SUSTAINABLE MOBILITY FOR ALL. *Global Mobility Report 2017: Tracking Sector Performance*. Washington DC, License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0, 2017.

Se acabó de imprimir este libro  
el 5 de junio de 2017.

