



---

ESTUDIO PREVIO PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN

**SISTEMA DE PRÉSTAMO DE BICICLETAS**

**EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID**

OCTUBRE 2008

---



## Universidad Politécnica de Madrid



TRANSyT - Centro de Investigación del Transporte

Departamento de Ingeniería Civil – Transportes

Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio (DUyOT)

### Equipo Investigador

*Andrés Monzón de Cáceres.* Catedrático de Universidad, Director de TRANSyT - Centro de Investigación del Transporte

*Miguel Ángel del Val Melús.* Catedrático de Universidad, Director del Departamento de Ingeniería Civil-Transportes

*M<sup>a</sup> Eugenia López Lambas.* Profesora Titular de Universidad, TRANSyT

*Francisco José Lamíquiz Daudén.* Profesor Asociado, DUyOT

*Marcos Montes García.* Investigador, DUyOT

*Álvaro Fernández Heredia.* Investigador, TRANSyT

*Lissy La Paix Puello.* Investigadora, TRANSyT

*Gianni Rondinella.* Investigador, TRANSyT

*Miguel Ángel Delgado Iglesias.* Investigador, TRANSyT

**Octubre de 2008**

### Socios del Proyecto Unibici



# Índice de contenidos

Índice de tablas.....	7
Índice de gráficos .....	9
<b>1. Introducción .....</b>	<b>11</b>
1.1. Planificación y desarrollo del estudio UNIBICI.....	11
1.2. Objetivos y alcance de UNIBICI.....	12
1.3. Contextualización.....	12
1.3.1. La Ciudad Universitaria de Madrid .....	12
1.3.2. La bicicleta en la Ciudad Universitaria: origen y motivación del proyecto UNIBICI .....	14
1.4. Los sistemas de bicicleta pública.....	17
1.4.1. Características.....	17
1.4.2. Beneficios .....	18
1.4.3. Factores críticos .....	19
1.5. Sistemas universitarios y otros sistemas de baja rotación.....	20
<b>2. Análisis de la disposición espacial de la Ciudad Universitaria y la oferta de modos de transporte: inventarios y accesibilidades .....</b>	<b>22</b>
2.1. Inventarios y descripción del entorno de la ciudad universitaria.....	22
2.1.1. Inventario y características de los centros de la CU .....	22
2.1.2. Inventario de infraestructuras existentes para la movilidad ciclista .....	25
2.1.3. Características de los otros modos de transporte en la CU.....	26
2.2. Accesibilidades .....	30
2.2.1. Metodología.....	30
2.2.2. Accesibilidad actual a las agrupaciones.....	33
2.2.3. Mejora de la accesibilidad usando la bicicleta .....	36
2.3. Síntesis de resultados: agrupaciones y centros con mayor potencial de uso del sistema desde el punto de vista de la accesibilidad.....	38
<b>3. Análisis de la demanda potencial de uso de la bicicleta en la Ciudad Universitaria .....</b>	<b>41</b>
3.1. Metodología .....	41
3.1.1. Revisión bibliográfica.....	42
3.1.2. Factores y variables que inciden sobre el uso de la bicicleta .....	42

3.1.3.	Desarrollo de la encuesta piloto .....	44
3.1.4.	Diseño de la Encuesta.....	45
3.1.5.	Diseño del Cuestionario.....	45
3.1.6.	Desarrollo de la encuesta <i>online</i> .....	46
3.1.7.	Estratificación y muestreo.....	47
3.1.8.	Representatividad de la muestra. Ajuste post-estratificación.....	47
3.2.	Presentación de resultados de la encuesta .....	48
3.2.1.	Aspectos socio-económicos .....	49
3.2.2.	Movilidad en Bicicleta .....	49
3.2.3.	Movilidad con destino hacia Ciudad Universitaria.....	53
3.2.4.	Movilidad interna de Ciudad Universitaria.....	57
3.2.5.	Tendencias al uso de la bicicleta en Ciudad Universitaria.....	60
3.2.6.	Aumento de la movilidad con la implementación del sistema .....	61
3.2.7.	Escenarios para la implantación de UNIBICI .....	62
3.2.8.	Síntesis de resultados de la encuesta.....	64
3.3.	Modelo de viajes en bicicleta .....	66
3.3.1.	Planteamiento del modelo .....	66
3.3.2.	Susceptibilidad al uso de la bicicleta .....	68
3.3.3.	Elección modal en la última etapa del viaje.....	71
3.4.	Síntesis de resultados del modelo .....	74
3.5.	Establecimiento de la demanda del servicio de préstamo de bicicletas. ....	74
<b>4.</b>	<b>Dimensionamiento, diseño e implementación del sistema .....</b>	<b>77</b>
4.1.	Propuesta de modelo de funcionamiento.....	77
4.1.1.	Objetivos: marco institucional y usuario objetivo.....	77
4.1.2.	Justificación del tipo de sistema seleccionado.....	77
4.1.3.	Características de cara al usuario: ámbito, horarios, tiempos, responsabilidad y coste u otras condiciones de acceso .....	79
4.1.4.	Dimensionado de infraestructura y personal.....	80
4.1.5.	Gestión y mantenimiento.....	81
4.2.	Elementos del sistema.....	81
4.2.1.	Tipo de bicicleta.....	81
4.2.2.	Tipo, tecnología y localización de los depósitos .....	82
4.2.3.	Sistema de redistribución .....	85
4.2.4.	Centro de gestión y el mantenimiento: sinergia con el aparcamiento subterráneo de Ciudad Universitaria.....	86

4.3.	Elementos complementarios o alternativos .....	88
4.3.1.	Singularidades de la CU y del sistema y necesidad de mantener un enfoque abierto.....	88
4.3.2.	Complemento o alternativa: sistema de bicicleta compartida .....	89
4.3.3.	Proyecto y desarrollo de los elementos del sistema UNIBICI desde la Universidad .....	90
4.3.4.	Otros elementos complementarios del sistema .....	91
4.4.	Principios y estrategias de implementación .....	93
4.4.1.	Adelantarse a la demanda.....	94
4.4.2.	Limitar el acceso al sistema mediante la emisión de un número determinado de tarjetas electrónicas. ....	94
4.4.3.	Establecer dos modalidades del sistema .....	95
4.4.4.	Caracterizar al usuario.....	96
4.5.	Síntesis de resultados.....	97
<b>5.</b>	<b>Acciones paralelas para la promoción del uso de la bicicleta en la Ciudad Universitaria .....</b>	<b>100</b>
5.1.	La necesidad de una visión global .....	100
5.1.1.	El peligro de una irrupción poco planificada de la bicicleta en la CU.....	100
5.1.2.	El espacio público y la movilidad en la Ciudad Universitaria .....	101
5.1.3.	Otras acciones en marcha que afectan a la movilidad.....	105
5.2.	Propuesta de acciones y medidas a acometer en paralelo .....	105
5.2.1.	Desarrollar un Plan de Movilidad Sostenible y crear una Oficina de Movilidad en la CU.....	105
5.2.2.	Proyectar <i>a lo grande</i> la Avenida Complutense .....	107
5.2.3.	Planificar una red ciclista segura y completa para la CU .....	107
5.2.4.	Promover y gestionar la movilidad ciclista.....	110
5.3.	Síntesis de resultados.....	112
<b>6.</b>	<b>Evaluación de eficiencia energética y ambiental.....</b>	<b>115</b>
6.1.	Consumo energético y emisiones de CO <sub>2</sub> .....	116
6.2.	Emisiones de contaminantes. ....	120
<b>7.</b>	<b>Propuesta de plan de negocio a cinco años .....</b>	<b>123</b>
7.1.	Costes .....	123
7.1.1.	Costes de implantación .....	123
7.1.2.	Costes de mantenimiento.....	123
7.2.	Ingresos .....	124

7.2.1. Implantación del sistema .....	124
7.2.2. Mantenimiento del sistema .....	124
<b>8. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>128</b>
<b>Abreviaturas.....</b>	<b>135</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>136</b>
<b>Anexo I. Análisis espacial.....</b>	<b>137</b>
<b>Anexo II. Análisis del la demanda potencial .....</b>	<b>140</b>
<b>Anexo III. Planos .....</b>	<b>156</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Extractos del Plan Director de la Movilidad Ciclista relativos a la Ciudad Universitaria. Arriba: identificación de vías ciclista en la CU. Abajo: ejemplo de ficha técnica de tramo homogéneo en Avenida Complutense. Fuente: PDMC .....	15
Tabla 2. Esquema general de funcionamiento de sistemas de bicicleta pública.....	18
Tabla 3. Líneas de autobús urbano en la CU .....	28
Tabla 4. Estaciones de Metro, localización y líneas .....	28
Tabla 5. Distancias y tiempos medios actuales desde la estación de metro más cercana hasta las agrupaciones .....	34
Tabla 6. Diferencias de tiempo viaje BICI – mejor modo actual, desde las estaciones de metro hasta las agrupaciones d > 9 min. a pie .....	36
Tabla 7. Variables que inciden en el uso de la bicicleta .....	44
Tabla 8. Factores considerados que afectan al uso de la bicicleta .....	44
Tabla 9. Frecuencia de uso de la bici y 3 motivos de uso .....	50
Tabla 10. Relación de viajes por modos de transporte para acceso a Ciudad Universitaria y dispersión hasta el centro o facultad .....	55
Tabla 11. Estadísticos para viajes internos .....	57
Tabla 12. Parámetros del submodelo psicosocial .....	69
Tabla 13. Variables usadas en la primera etapa del modelo.....	70
Tabla 14. Parámetros del submodelo de elección modal.....	72
Tabla 15. Variables usadas en la segunda etapa del modelo .....	73
Tabla 16. Análisis DAFO del sistema planteado .....	79
Tabla 17. Situación de las estaciones de préstamo .....	84
Tabla 18. Características del sistema de bicicleta compartida.....	89
Tabla 19. Consumos de los vehículos según la norma EURO que les afecta. ....	117
Tabla 20. Consumo y kilos de CO2 emitidos por kilómetro recorrido.....	117
Tabla 21. Consumo de combustible y emisión de CO2 de los vehículos en viaje de paso.....	117
Tabla 22. Consumo de combustible y emisión de CO2 de los vehículos con destino la Ciudad Universitaria. ....	118
Tabla 23. Consumo de combustible y emisión de CO2 de los vehículos en viaje interno.....	118
Tabla 24 Reducción de consumo de combustible y de las emisiones de CO2.....	119

Tabla 25 Ahorro energético por cambio del vehículo privado al transporte público provocado por UNIBICI.....	119
Tabla 26. Emisiones de los viajes de paso, según normas EURO (kg./día). ....	121
Tabla 27. Emisiones de los viajes con destino CU según normas EURO (kg/día). ...	121
Tabla 28. Emisiones de los viajes internos, según normas EURO (kg/día). ....	121
Tabla 29 Reducción en kilogramos/día de las emisiones contaminantes. ....	122
Tabla 30. Costes e ingresos del sistema UNIBICI, considerando ingresos por publicidad.....	125
Tabla 31. Costes e ingresos del sistema UNIBICI, sin considerar ingresos por publicidad.....	125
Tabla 32. Coeficientes usados .....	137
Tabla 33. Inventario de desplazamientos en la CU -- Tramos .....	138
Tabla 34. Inventario de desplazamientos en la CU -- Comparativa .....	139
Tabla 35. Factores de expansión por centro: estudiantes y trabajadores .....	140
Tabla 36. Error y cobertura del estudio por centros .....	147
Tabla 37. Factores de reponderación por ocupación: estudiantes y trabajadores .....	148
Tabla 38. Correlaciones de Pearson para las variables: coche, edad, condición física insuficiente (barrera 4) y comodidad de utilizar otros transportes (barrera 8) .....	148
Tabla 39. Relación de la valoración de la comodidad de utilizar otros transportes con la disponibilidad de automóvil. Los usuarios que disponen de automóvil asignan mayor valoración a la comodidad que presentan otros transportes en comparación con la bicicleta.....	148
Tabla 40. Valoración de la barrera 9: No tengo bici. Los dos “picos” del histograma en la página anterior se explican con la disponibilidad de bici, cerca de la mitad de la población no tiene, por tanto asumen esta barrera como fundamental.....	150
Tabla 41. Estadísticos descriptivos de viajes internos por ocupación: Estudiantes y Trabajadores.....	152
Tabla 42. Viajes internos según motivos y ocupación.....	153
Tabla 43. Valoración de la peligrosidad de la bicicleta y el uso de UNIBICI en el Escenario 3: Puntos de préstamo en la puerta de los centros, sin carril bici. ....	153

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Usuarios por tipo de agrupación .....	24
Gráfico 2 Valoración de las barreras ante el uso de la bici (valores medios).....	52
Gráfico 3. Valores medios de los factores que condicionan o motivan el uso de la bicicleta.....	53
Gráfico 4. Modos de acceso a la Ciudad Universitaria según ocupación: Estudiantes y no estudiantes .....	54
Gráfico 5. Frecuencia por hora de llegada a la estación de metro Ciudad Universitaria .....	55
Gráfico 6. Tiempo de Dispersión a pie y en autobús desde la estación/parada de transporte público .....	56
Gráfico 7. Diagrama de caja y bigotes para viajes internos según ocupación: estudiantes y trabajadores ( 1: <i>Estudiantes</i> ; 2: <i>Trabajadores</i> ) .....	58
Gráfico 8. Motivos de viajes internos.....	59
Gráfico 9 Reparto Modal de Viajes Internos.....	59
Gráfico 10. Usuarios dispuestos a usar un posible sistema de préstamo de bicicletas en caso de existir.....	60
Gráfico 11 Usuarios potenciales según modos de acceso a la Ciudad Universitaria... 61	
Gráfico 12. Usuarios que realizarían más viajes internos con la puesta en marcha de UNIBICI según la ocupación.....	62
Gráfico 13. Escenarios de infraestructuras y niveles de aceptación .....	62
Gráfico 14. . Disposición a utilizar el sistema UNIBICI según los escenarios de coste propuestos.....	63
Gráfico 15. Simulación de viajes generados por hora en Metro Ciudad Universitaria. 76	
Gráfico 16. Demanda potencial del sistema según estaciones de metro de llegada a la Ciudad Universitaria .....	93
Gráfico 17. Emisiones diarias de CO2.....	118
Gráfico 18. Consumo diario de combustible.....	119
Gráfico 19. Reducción del gasto de combustible (litros/día). .....	120
Gráfico 20. Reducción de las emisiones de CO2 (kilogramos/día). .....	120
Gráfico 21. Distribución porcentual de los costes de implantación del sistema. ....	123
Gráfico 22. Flujo de fondos sin ingresos por publicidad (estimación inferior). ....	126
Gráfico 23. Flujo de fondos sin ingresos por publicidad (estimación superior) .....	126
Gráfico 24. Flujo de fondos con ingresos por publicidad (estimación inferior) .....	127

Gráfico 25. Flujo de fondos con ingresos por publicidad (estimación superior) .....	127
Gráfico 26. Valoración de la barrera 1: Las distancias a recorrer son muy largas .....	149
Gráfico 27. Valoración de la barrera 2: Peligrosidad de la bicicleta .....	149
Gráfico 28. Valoración de la barrera 3: Orografía del terreno .....	149
Gráfico 29. Valoración de la barrera 4: Condición física insuficiente .....	149
Gráfico 30. Valoración de la barrera 5: Limitaciones climáticas: lluvia, bajas temperaturas, etc.....	149
Gráfico 31. Valoración de la barrera 6: Miedo al robo de la bicicleta .....	149
Gráfico 32. Valoración de la barrera 7: Necesidad de instalaciones complementarias al uso de la bici: lugar para guardar la bici en casa, duchas en el destino, aparcamientos para bicis, etc.....	149
Gráfico 33. Valoración de la barrera 8: Es más cómodo usar otros transportes .....	149
Gráfico 34. Valoración de la barrera 9: No tengo bici.....	149
Gráfico 35. Motivos para el uso de la bici según zona de residencia.....	150
Gráfico 36. Modos de acceso a la Ciudad Universitaria.....	150
Gráfico 37. Uso de UNIBICI en relación con el tiempo de dispersión a pie .....	151
Gráfico 38. Uso de UNIBICI en relación con el tiempo de dispersión en autobús .....	151
Gráfico 39. Uso de UNIBICI diariamente según el modo y tiempo de dispersión. ....	151
Gráfico 40. Histograma de frecuencias de viajes internos .....	152
Gráfico 41. Gráfico de frecuencias relativas para viajes internos, en estudiantes y trabajadores.....	152
Gráfico 42. Tendencia a utilizar UNIBICI según modo de transporte en el viaje interno no. 1 .....	153
Gráfico 43. Medias de Viajes Internos por Zonas.....	155

## 1. Introducción

La movilidad en bicicleta es ampliamente reconocida como una actividad y una forma de desplazamiento saludable, que cuida el medio ambiente y conlleva muchos beneficios sociales, ambientales y económicos, tanto en términos colectivos como individuales. Así, para potenciar el uso de modos de transporte más sostenibles, como la bicicleta, se estudian medidas como el proyecto UNIBICI en la Ciudad Universitaria.

UNIBICI es un proyecto de investigación que se enmarca dentro de las ayudas del Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) para mejorar la eficiencia energética del transporte. Junto al IDAE, han promovido la idea la Fundación Movilidad, el Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM), el Ayuntamiento de Madrid y el Consorcio Urbanístico de la Ciudad Universitaria (CUCUM).

Este documento, en suma, tiene como objetivo general el estudio de viabilidad, diseño e implantación de un sistema de préstamo de bicicletas en la Ciudad Universitaria de Madrid.

### 1.1. Planificación y desarrollo del estudio UNIBICI

El estudio UNIBICI analiza la viabilidad de implantar un sistema de préstamo de bicicletas públicas como alternativa de transporte en la Ciudad Universitaria. Para cumplir este objetivo, se han llevado a cabo una serie de actuaciones que permiten responder a las diversas cuestiones que se plantean.

El primer paso ha sido realizar un análisis de la Ciudad Universitaria, desde el punto de vista de su movilidad y de la ordenación de su espacio. Para el conocimiento de la movilidad, los aspectos socioculturales y demográficos, se ha elaborado una encuesta, que ha cristalizado en un análisis de la demanda potencial del futuro sistema si se llegara a implementar. Para realizar la encuesta, ha sido necesario buscar la colaboración de todos los agentes institucionales presentes en el campus, de forma que se pudiera acceder a todo el abanico de usuarios.

Por otro lado, se ha llevado a cabo un análisis de la disposición espacial y la oferta de modos de transporte. Estas dos tareas se han retroalimentado en todo momento, toda vez que resultados del análisis espacial han sido usados en el análisis de demanda y viceversa.

Todo lo anterior proporcionó una fotografía de las necesidades de la Ciudad Universitaria, así como de la potencialidad que supondría la implantación de UNIBICI. A continuación, se realizó el diseño y pre-dimensionamiento del sistema tanto para dar respuesta a las necesidades observadas, como para aprovechar su potencialidad al máximo. Asimismo, se han adelantado algunas líneas que podrían asegurar la exitosa implantación del sistema si este se llevara, finalmente, a cabo.

Se ha tenido en cuenta, además, que el sistema en sí no puede solucionar las necesidades analizadas si no va acompañado de otras medidas que conformen una

política integral coherente en la línea de una movilidad sostenible y de crear un espacio más humano en la Ciudad Universitaria.

Por último, se han justificado las ventajas ambientales del sistema realizando una evaluación de la eficiencia de éste en términos energéticos, y su viabilidad económica mediante la elaboración de un plan de negocio a cinco años.

## 1.2. Objetivos y alcance de UNIBICI

El análisis de la movilidad en la Ciudad Universitaria arroja la cifra de 120.000 viajes diarios con orígenes muy concentrados (estaciones de metro). Por fortuna, cuenta con una red de transporte público densa, pero muy congestionada en hora punta, especialmente la red de autobús. Existe, por otro lado, una importante demanda para realizar más viajes internos, que actualmente no son atendidos por el transporte público.

Todo esto apunta a una serie de necesidades:

- Mejorar el transporte público en las horas punta.
- Mejorar el transporte entre centros fuera de las horas punta.
- Favorecer un sistema de transporte más sostenible.
- Recuperar los espacios degradados por la agresiva presencia del automóvil.
- Promover una escala más humana de la Ciudad Universitaria y una mayor interrelación en las relaciones, superando las barreras existentes.

Así, en la Ciudad Universitaria el sistema UNIBICI pretende ser una parte más dentro de una política global encaminada a cambiar el modelo de movilidad y de ordenación del espacio, hacia patrones más volcados en la escala humana. Si el modelo no es cuestionado, UNIBICI no pasaría de ser una medida aislada, pero si forma parte de una política integral contribuirá a:

- Ofrecer un servicio de transporte sostenible en la Ciudad Universitaria.
- Complementar la oferta de transporte público, descongestionando al autobús en las horas punta en el acceso a los centros (movilidad de acceso).
- Promover el uso de modos más sostenibles de transporte entre la comunidad universitaria (movilidad interna).

## 1.3. Contextualización

### 1.3.1. La Ciudad Universitaria de Madrid

La Ciudad Universitaria de Madrid es el principal campus de la ciudad. En él se ubican la mayor parte de las facultades y escuelas superiores de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), así como instalaciones de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Esta zona,

de aproximadamente 5,5 km<sup>2</sup> , situada al noroeste de la ciudad, es el resultado de un proyecto urbanístico llevado a cabo en torno a 1927, que ahora cuenta, además de las facultades y rectorados, con numerosas residencias de estudiantes, más de treinta colegios mayores, tres polideportivos, un jardín botánico y extensas zonas verdes.

La Ciudad Universitaria está vertebrada por la Avenida Complutense y por la Autovía del Noroeste, que constituye más bien una barrera a las relaciones entra las zonas que separa. En la zona oeste, se encuentra el Palacio Presidencial de la Moncloa, y en el límite norte el parque de la Dehesa de la Villa. A la Ciudad Universitaria se puede acceder por cualquiera de las líneas de autobús que la atraviesan, o utilizando alguna de las tres estaciones de Metro: Moncloa, Ciudad Universitaria y Metropolitano.



**Ilustración 1. La Ciudad Universitaria en el mapa de su Plan Especial aprobado en 2000.**

En el capítulo siguiente se ofrece un análisis detallado de la Ciudad Universitaria, sus características, usos, población y accesibilidad.

### **1.3.2. La bicicleta en la Ciudad Universitaria: origen y motivación del proyecto UNIBICI**

En los últimos años, la bicicleta está adoptando un papel renovado en la movilidad de las áreas urbanas, como mecanismo, entre otros, para alcanzar escenarios más sostenibles en materia de movilidad; y, dentro del abanico de medidas desarrolladas, especialmente una ha ganado interés: la implantación de sistemas de alquiler o préstamo de bicicletas.

En muchas ciudades europeas la provisión de miles de bicicletas de manera rápida y accesible, como elementos integradores de la red del transporte público, está comenzando a modificar los hábitos cotidianos de desplazamiento de los ciudadanos, actuando sobre la calidad de vida y el ambiente urbano. Se trata de sistemas asociados al concepto de “bici-pública”, impulsados generalmente por las administraciones en su afán de alcanzar objetivos no solo de movilidad, sino también de medio ambiente y de salud.

#### ***a. El impulso del IDAE***

Los servicios de bicicleta pública han tenido un éxito creciente, si bien su implantación se ha efectuado, en gran medida, sin contar con los adecuados referentes metodológicos. Sin embargo, a partir del año 2005, se han habilitado unas líneas de ayuda para la implantación de este tipo de sistemas en España, a cargo del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE); ayudas enmarcadas dentro del Plan de Acción de la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética (E4), a las que se han acogido ya unos 40 municipios españoles, mediante Convenios de colaboración entre IDAE y las Comunidades Autónomas respectivas.

#### ***b. El Plan Director de la Movilidad Ciclista de Madrid***

A lo anterior cabe añadir algunos antecedentes que condicionan a la vez que motivan el proyecto UNIBICI, en particular, que el Ayuntamiento de Madrid haya aprobado el Plan Director de la Movilidad Ciclista de Madrid (PDMC), donde se plantean actuaciones específicas para la Ciudad Universitaria, tales como la construcción de una serie de ejes principales de vías ciclistas junto con la activación de servicios de préstamo y alquiler de bicicletas<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Las previsiones del Plan Director de la Movilidad Ciclista de Madrid se describen y analizan en el capítulo siguiente.

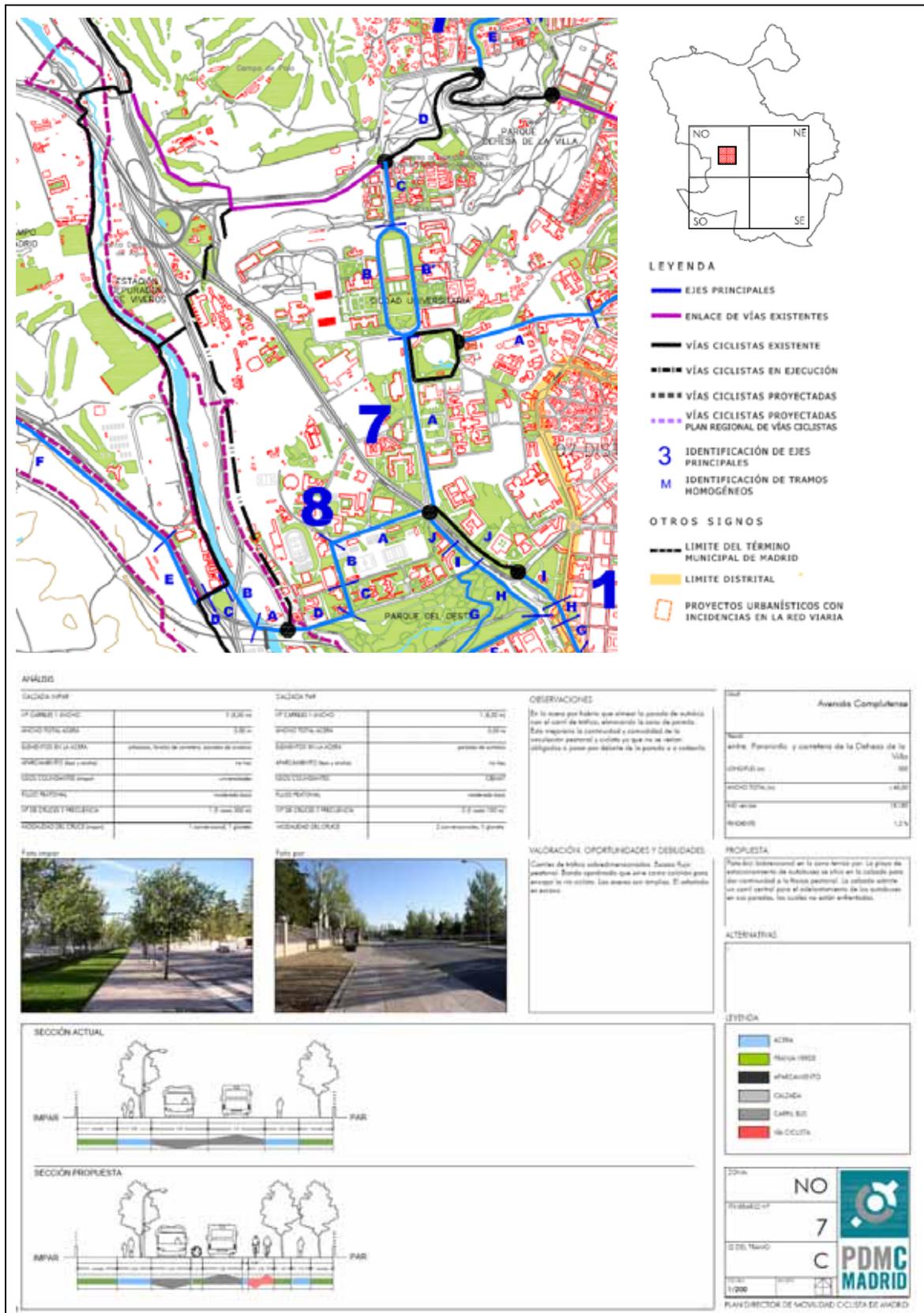


Tabla 1. Extractos del Plan Director de la Movilidad Ciclista relativos a la Ciudad Universitaria. Arriba: identificación de vías ciclista en la CU. Abajo: ejemplo de ficha técnica de tramo homogéneo en Avenida Complutense. Fuente: PDMC

### ***c. Potencial de la Ciudad Universitaria para la promoción del uso de la bicicleta***

Además de los antecedentes descritos en el punto anterior, la Ciudad Universitaria se percibe como un espacio con gran potencial para el lanzamiento de esta medida, pues cuenta con una población de edad joven y, en general, abierta al cambio; por no mencionar el hecho de que esta sería una buena ocasión para obtener experiencias y promover su extensión y transferibilidad a otros barrios y zonas. Ello implica un estudio de la potencialidad de la medida más allá de su diseño y plan de implementación.

### ***d. Otros proyectos en marcha en la Ciudad Universitaria***

Por último, pero no con menor importancia, hay que destacar otros elementos que propician el proyecto UNIBICI. En efecto, la Ciudad Universitaria se halla inmersa en una intensa actividad planificadora con respecto a su movilidad, donde destacan las iniciativas siguientes:

- Acondicionamiento del Aparcamiento subterráneo construido a mediados de los noventa bajo la Avenida Complutense, con capacidad para 1.500 vehículos: las obras de acondicionamiento empezaron en verano de 2008 y culminarán en 2009. Pendiente aún de formalizarse su forma de gestión, se prevé que la asuman el propio Ayuntamiento o una empresa privada.



**Ilustración 2. Accesos por la Avenida Complutense al aparcamiento subterráneo actualmente en obras de acondicionamiento.** Fuente: foto propia.

- Plan de reordenación del aparcamiento en la Ciudad Universitaria, encargado por el Consorcio Urbanístico (CUCUM) a la Dirección General de Movilidad del Ayuntamiento de Madrid: se trata de un estudio de reordenación de la zona más conflictiva - la que transcurre a un lado y a otro de la avenida Complutense- , que prevé la reducción de plazas de aparcamiento libre, junto a medidas de disuasión del aparcamiento en zonas indebidas.

- Semana de la Movilidad en la Ciudad Universitaria: promovida por el Consorcio Urbanístico de la Ciudad Universitaria (CUCUM) y el Consorcio Regional de Transporte (CRTM), tiene como objetivo sensibilizar a los colectivos del campus universitario sobre la necesidad de dirigir la mirada hacia modelos de movilidad más sostenible. La primera edición tendrá lugar del 24 al 28 de noviembre de 2008.

## 1.4. Los sistemas de bicicleta pública

Los servicios que el concepto de “bicicleta pública” ampara son una forma innovadora del uso de la bicicleta en las áreas urbanas, a través del préstamo o el alquiler de bajo coste<sup>2</sup>. Se distinguen de los servicios tradicionales de alquiler orientados al ocio por su acceso rápido, que favorece su uso en la movilidad cotidiana. Además, estos servicios permiten desplazamientos de sólo ida<sup>3</sup>, es decir, en un sentido, sean estos unimodales o como extensión intermodal del desplazamiento realizado con el sistema de transporte colectivo o con otros modos. Las bicicletas públicas pueden, de esta forma, considerarse parte integrante del sistema de transporte público urbano, ya que ofrecen al usuario de las áreas urbanas más densas, además de los modos colectivos, un modo individual de transporte o de conexión con la red de transporte colectivo. Puede, por otro lado, ser un modo idóneo para aportar capilaridad al sistema de transporte público en las etapas terminales del viaje (la primera y, sobre todo, la última).

La innovación que aportan las bicicletas públicas estriba en poder obtener las ventajas de los modos individuales (flexibilidad espacial y temporal), sin necesidad de la propiedad individual del vehículo, a través del uso compartido, concepto aplicado primero al automóvil y desarrollado, posteriormente, en otros sectores.

Muchas ciudades europeas, grandes, medianas y pequeñas, han puesto en marcha proyectos de bicicleta pública: Lyon, Barcelona, París, Viena, Bruselas, Munich, Londres, Zurich, etc. Los primeros ejemplos se han desarrollado con sistemas técnicos muy simples, manuales y con claves mecánicas. Sin embargo, tras las primeras experiencias (Ámsterdam en los años 60 y Copenhague en 2005), este tipo de sistemas se ha diversificado según estructura organizativa, modelo de negocio y tecnología aplicada.

### 1.4.1. Características

Los proyectos de bicicleta pública más recientes se distinguen por las siguientes características:

---

<sup>2</sup> Para más información sobre el concepto, el desarrollo y la implantación de los sistemas de bicicleta pública, sobre todo en las ciudades españolas, véase: IDAE, “Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España”, Madrid, 2007, [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_Guia\\_Bicicletas\\_8367007d.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Guia_Bicicletas_8367007d.pdf)

<sup>3</sup> La devolución de la bicicleta puede efectuarse en un lugar diferente de aquel donde se empieza el desplazamiento.

- *Financiación:* en algunos casos, se ofrece el uso gratuito, mientras que en otros se exige una tarifa por el uso; algunos están subvencionados, mientras que otros cubren los costes con las tarifas (enteramente o en parte).
- *Configuración institucional:* el servicio puede ser ofrecido directamente por las administraciones públicas, por operadores privados con o sin intereses comerciales, o bien mediante fórmulas de cooperación público-privada.
- *Lugares de préstamo y devolución:* las bicicletas pueden estar atadas a sistemas de anclaje, cerradas en cajas, vigiladas en estaciones con personal al cuidado, o simplemente dejadas dentro de áreas definidas con o sin sistemas de bloqueo.
- *Tecnología de acceso:* se han experimentado muchas soluciones tecnológicas para el préstamo y la devolución, desde los sistemas de tarjetas magnéticas o electrónicas, hasta teléfonos móviles a través de códigos transmitidos por SMS.

El funcionamiento de los servicios de bicicleta pública se caracteriza generalmente por un esquema común constituido por tres fases distintas sumariamente descritas abajo.



1. Una tarjeta electrónica contiene los datos del usuario y guarda la información

2. Al introducirla en el punto de préstamo se puede acceder a la bicicleta, generalmente de forma gratuita durante los primeros 30 minutos

3. Al final del viaje se puede depositar la bicicleta en cualquier otro punto del sistema, desvinculando el usuario del sistema

**Tabla 2. Esquema general de funcionamiento de sistemas de bicicleta pública**

### 1.4.2. Beneficios

Los beneficios que los sistemas de bicicleta pública aportan abarcan desde los meros aspectos logísticos, como la posibilidad para los usuarios de aprovechar una opción de transporte rápido, adecuado y flexible, hasta aspectos socio-culturales derivados del reconocimiento del papel de la movilidad ciclista en contextos que, tradicionalmente, se han orientado hacia el transporte privado, lo cual implica:

- Un cuidado mayor y una mayor tolerancia hacia los ciclistas, cuyo número crece, paralelamente a las ventajas para los ciudadanos que utilizan su propia bicicleta como medio habitual de transporte: a cada aumento de las condiciones de seguridad corresponde un aumento del número de personas que hace elecciones modales más sostenibles.
- Mejora de la calidad del ambiente urbano debido a la consecuente reducción de las emisiones producidas por el transporte motorizado. La bicicleta puede, de hecho, sustituir al vehículo privado para desplazamientos de entre 3 – 5 km (en algunos casos hasta 7 km), y puede contribuir a aumentar el uso del transporte público, que resultará más competitivo si se adoptan medidas que favorezcan el intercambio con la bicicleta pública, como la disponibilidad de una bicicleta en las estaciones de autobuses, cercanías y metro.

### 1.4.3. Factores críticos

Condición necesaria para la eficacia de los servicios de bicicleta pública es la consideración del usuario en el diseño y, sobre todo, la implantación y gestión del sistema, de manera que el servicio que se proporcione sea 'atractivo', sobre todo para quienes que no suelen utilizar la bicicleta en la ciudad.

Una de las condiciones específicas es, pues, la disponibilidad de una bicicleta en un radio peatonal determinado, y la disponibilidad de un aparcamiento libre para su devolución al terminar el desplazamiento, aspectos ambos relacionados con la dimensión de los sistemas, que tiene que alcanzar un nivel crítico que permita una buena distribución de bicicletas en el área de implantación, sobre todo en algunos puntos clave. Es importante destacar que estos sistemas tienen un notable vínculo de capacidad para atender la demanda de transporte<sup>4</sup>, por lo que se pueden considerar complementarios a los sistemas de transporte público existente y escasamente alternativo a ellos. En el caso de la Ciudad Universitaria, esta condición adaptada al contexto específico del campus y definida cuantitativamente, se ha comprobado en el estudio,

De igual importancia es garantizar el buen funcionamiento del sistema, es decir, el nivel de mantenimiento de las bicicletas y de los mecanismos de enganche y desenganche, tanto desde el punto de vista mecánico como por lo que se refiere a las componentes *hardware* y *software* necesarias en la toma y la devolución.

Cabe destacar, asimismo, que la introducción de un servicio de bicicleta pública puede tener éxito solo si existen políticas urbanas completas para la promoción de la bicicleta, sin las cuales el servicio puede fracasar y ser incluso contraproducente para la imagen de la bicicleta como modo de transporte urbano viable. La experiencia nacional e internacional sugiere que estas políticas tienen que concentrarse tanto en la transformación de la red viaria en un sentido más 'amistoso' para quienes eligen este modo, como en la concienciación sobre los derechos de los usuarios no-motorizados a compartir las calles.

---

<sup>4</sup> Además de los vínculos de accesibilidad universal asociados al uso de la bicicleta.

## 1.5. Sistemas universitarios y otros sistemas de baja rotación

Los servicios de bicicleta pública se implantaron por primera vez en España en las ciudades de Córdoba (2003), Vitoria (2004) y Gijón (2004), pero es en 2007 cuando se produjo un auténtico 'boom' de iniciativas semejantes, al amparo sobre todo de las subvenciones del I.D.A.E. en el marco de su estrategia de ahorro de la energía (E4). A finales de 2007, más de treinta ciudades españolas y algunas universidades (Terrassa, Girona, Castellón) ofrecían ya servicios de bicicletas públicas, si bien con luces y sombras en cuanto a eficacia y validez. En este sentido, hay que subrayar que no existen evaluaciones sistemáticas sobre las experiencias de los sistemas de bicicleta pública en España, aparte de las recomendaciones presentes en la Guía metodológica del IDAE (2007) ya mencionada. A escala europea, dentro del proyecto NICHES, dedicado a la investigación y promoción de sistemas innovadores de transporte urbano, se ha elaborado un conjunto de recomendaciones bajo el título *NICHES policy note*<sup>5</sup>.

Aunque las experiencias desarrolladas en otras ciudades son importantes para este estudio, las características de la Ciudad Universitaria hacen que sean de particular interés experiencias de promoción del préstamo de bicicleta en campus universitarios, dado el especial perfil socio-económico y urbanístico de un campus universitario, constituido por rasgos claramente diferenciados de las características 'universales' de una ciudad.

Existen, con todo, sistemas de préstamo de bicicletas en numerosas universidades de España, como: Santiago de Compostela, Lugo, Salamanca, Alcalá de Henares, Almería, Castellón, Málaga, Girona, Lérida, Barcelona y Terrassa (Universidad Politécnica de Cataluña y Universidad Autónoma de Barcelona), caracterizados generalmente, por estar gestionados de forma manual (con personal dedicado a la entrega y recogida de las bicicletas), o mecánica (mediante una llave). El principal punto débil de estos sistemas radica en el hecho de que el usuario puede dejar la bicicleta únicamente en el punto donde la ha tomado, con cierta limitación en la flexibilidad del origen-destino de los recorridos, y no incentiva el uso múltiple de cada bicicleta entre distintos usuarios. Además, el sistema no puede prever muchas localizaciones ni recoger datos sobre los itinerarios de los usuarios que ayuden mejorar la localización de las bases de préstamo.

Sin embargo, a los fines de este estudio, destacamos una experiencia que convierte en ventajas las limitaciones descritas anteriormente. El programa de bicicleta compartida de los Países Bajos, denominado 'OV-fiets' ('bicicleta de transporte público') recalca el concepto de que el cliente puede alquilar una bici como parte del sistema de transporte público, permitiéndole cubrir las distancias entre la estación de tren y el lugar de trabajo con fórmulas tarifarias ligadas a las del transporte público. Las bicis se encuentran, sobre todo, en estaciones de tren y metro, aeropuertos y

---

<sup>5</sup> NICHES (2004-2007), Public Bicycles (<http://www.niches-transport.org/>).

campus universitarios, a lo largo de unos 170 puntos de recogida, con previsión de ampliación en el futuro.

El funcionamiento prevé que el usuario inscrito en el programa alquile una bici de manera automática<sup>6</sup> en un tiempo máximo de 60 segundos, desde taquillas contenedoras donde se encuentran las bicicletas, dispensadoras automáticas o desde los numerosos establecimientos de alquiler de bicicletas existentes y atendidos por personal. Las bicis se alquilan por un período máximo de 60 horas, con un coste de 2,75 €. La cuota de suscripción anual al sistema es de, aproximadamente, 10 €. El usuario debe ser miembro de este programa, lo cual es sólo posible si se es titular de una cuenta bancaria holandesa, de manera que el sistema está claramente dirigido a viajeros habituales y no a turistas.



**Ilustración 3. Taquillas contenedoras y dispensadoras de bicicletas de alquiler en estaciones holandesas.** Fuente: <http://www.ov-fiets.nl>

El sistema está concebido, principalmente, para cubrir la ‘última milla’ de los desplazamientos efectuados con sistemas ferroviarios, y es un esfuerzo de integración entre modos alternativos al coche privado para ofrecer una alternativa fiable al cambio modal. Los actores involucrados son, sobre, todo ProRail, la agencia ferroviaria pública en colaboración con Nederlandse Spoorwegen (la empresa ferroviaria holandesa), el sindicato de ciclistas Fietzersbond y las diversas administraciones locales.

---

<sup>6</sup> Para el alquiler se siguen utilizando tarjetas inteligentes y estantes automatizados, por eso el sistema pertenece a la así llamada tercera generación de bicicletas públicas.

## **2. Análisis de la disposición espacial de la Ciudad Universitaria y la oferta de modos de transporte: inventarios y accesibilidades**

El objetivo de este capítulo es ofrecer una aproximación de carácter espacial a la potencialidad de uso del sistema de bicicleta pública en la Ciudad Universitaria, cuando la distancia, en sus distintas formulaciones, sería el factor básico en la elección modal.

No se trata del análisis clásico de la demanda de transporte planteado en el capítulo siguiente, sino de complementar la encuesta realizada en el estudio acerca de cómo la disposición espacial de las redes y usos de la Ciudad Universitaria ofrece oportunidades o, por el contrario, es una barrera a la hora de implantar el sistema.

De esta manera, la cuestión central resulta ser determinar con la mayor precisión posible, la accesibilidad de cada una de las facultades o centros de trabajo a las tres estaciones de metro de la zona, o a los equipamientos y servicios que existen en el campus, mediante un estudio que aporta, no las distancias percibidas - como hace la encuesta-, sino geométricas y temporales, de manera objetiva, empleando distancias, velocidades, tiempos de espera etc., para cada una de las principales relaciones que se dan dentro de la ciudad universitaria.

Por ello, en esta parte del estudio se parte de la hipótesis de que la diferencia de tiempo entre ir andando o en autobús –posibilidades actuales-, o en bicicleta desde el transporte público, con el nuevo sistema, pueden ser la clave para explicar la potencialidad de uso. En otras palabras, para decidirse a coger la bicicleta puede ser importante la distancia absoluta - que el destino esté a un kilómetro, por ejemplo-, porque ello supone más de 15 minutos andando, pero ¿qué pasa si hay un autobús que nos deja en la puerta y que tarda exactamente 7 minutos?

Entre las dos partes del estudio, la que continúa en el capítulo 3 dedicado a la demanda y este análisis de accesibilidad, será posible dar respuestas a preguntas como esta u otras igualmente relevantes para el correcto diseño del sistema.

### **2.1. Inventarios y descripción del entorno de la ciudad universitaria**

#### **2.1.1. Inventario y características de los centros de la CU**

Para elaborar el inventario de centros de la Ciudad Universitaria se ha tomado como punto de partida el realizado en su día para la redacción del Plan Especial de la Ciudad Universitaria<sup>7</sup>, revisado, a su vez, con trabajo de campo, estudios cartográficos

---

<sup>7</sup> El Plan Especial de la Ciudad Universitaria fue aprobado por el excelentísimo Ayuntamiento Pleno, en sesión celebrada el día 27 de julio de 2000.

y consultas directas en los centros, todo lo cual ha permitido actualizar, con un elevado grado de fiabilidad, los datos existentes.

Los centros se han organizado en grupos siguiendo criterios administrativos (quién gestiona el centro), y funcionales (qué papel cumple dentro de la Ciudad Universitaria). De esta manera se han establecido nueve grupos:

- Centros Docentes de la Universidad Complutense de Madrid (UCM)
- Centros Docentes de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
- Centros Docentes de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
- Otros Centros Docentes
- Colegios Mayores
- Otros Centros Residenciales
- Centros de investigación
- Centros de Servicios Universitarios
- Centros de la Administración del Estado

A cada centro se le ha asignado una clave identificativa compuesta por dos números; un primer número que identifica el grupo al que pertenece el centro, seguido de una numeración correlativa que identifica a cada centro dentro de su grupo. De cada centro se ofrece el dato de población total que, en algunos casos (solo para la UCM y la UPM), se ha podido desglosar, permitiendo distinguir entre estudiantes, Personal de Administración y Servicios (PAS) y Personal Docente e investigador (PDI). El listado completo se puede consultar en documento anexo y en el **plano 01.a** donde se han localizado todos los centros, diferenciando entre las edificaciones y el espacio libre acotado, y se han situado los puntos de acceso a los edificios o recintos.

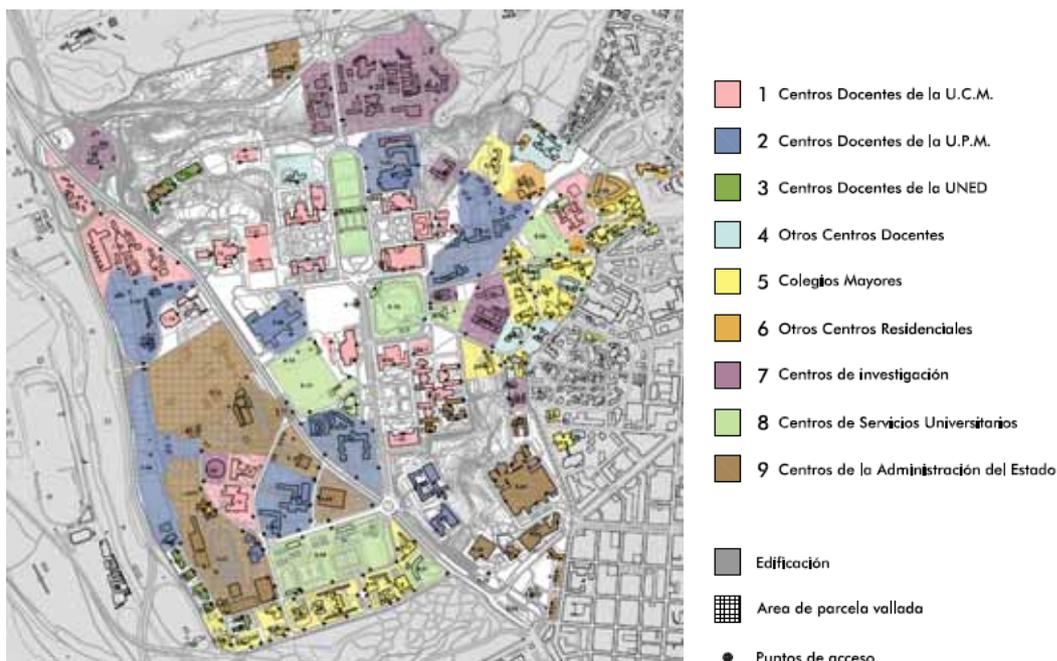
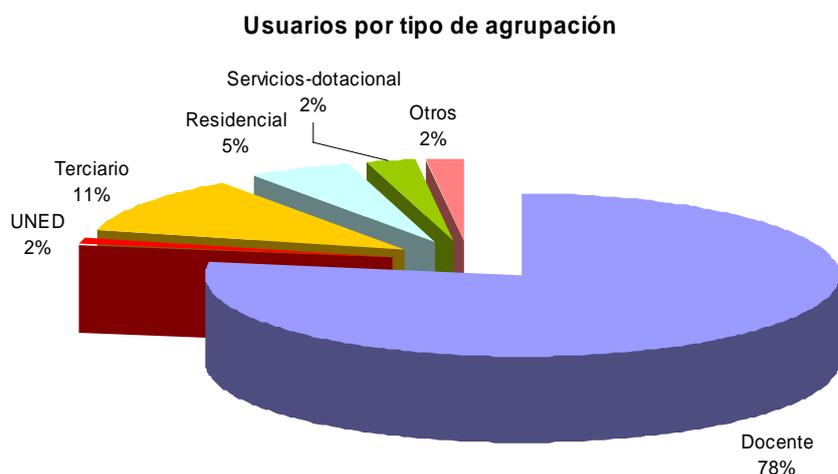


Ilustración 4. Vista del Plano 01.a en Anexo

En total, se han identificado 144 centros que acumulan una población de 112.871 usuarios, de los cuales casi un 50% (56.015 usuarios) pertenecen a centros docentes de la UCM, y un 24% (27.228 usuarios) a centros docentes de la UPM. Por tanto, desde un punto de vista administrativo, se ve que el 74% de la población de la Ciudad Universitaria depende directamente de dos entidades que, indirectamente, son también responsables de la gestión de algunos otros centros de la CU.



**Gráfico 1. Usuarios por tipo de agrupación**

Por centros, destacan la Facultad de Derecho, con 10.094 usuarios (un 9% de la población de la CU y un 18% de la UCM), y la Facultad de Ciencias de la Información con 7.115 usuarios en la UCM, y la ETS de Arquitectura con 5.059 usuarios en la UPM.

Como puede apreciarse en el **plano 01.b**, en el que se han situado geográficamente los gráficos de población de los grandes centros docentes, la distribución de la población no es uniforme y se concentra en unos pocos puntos: principalmente en el entorno del Paraninfo y de la estación de metro Ciudad Universitaria. Destaca también un grupo (ETS Arquitectura y EUIT Arquitectura Técnica) junto a los campos deportivos universitarios, y otro (Facultad de Educación) en la zona de Metropolitano.

Se distinguen cuatro usos diferentes: docente, residencial (universitario), terciario y rotacional-deportivo. Estos usos se encuentran muy vinculados a la actividad universitaria, de manera que se desarrollan principalmente en la franja horaria académica, y tampoco tienen una distribución uniforme dentro de la Ciudad Universitaria, dominando claramente el uso docente. Por estos motivos, desde un punto de vista funcional, la Ciudad Universitaria presenta mucha menos complejidad que un núcleo urbano convencional.

Los centros cuentan con mucha autonomía para gestionar su recinto, lo que se plasma en una gran heterogeneidad en la forma de acondicionar y gestionar su espacio libre. En algunos casos, los centros solo tienen edificaciones (por ejemplo, Medicina) o, si cuentan con un recinto, no está acotado y queda abierto en continuidad con el espacio público común de la CU. En otros casos, una parte está “abierto” y otra se encuentra acotada (por ejemplo, ETS Ingenieros de Caminos, C. y P.) y, por último, es muy

común el caso en que el centro acota completamente su recinto empleando soluciones diferentes entre sí. Esto, desde luego, no favorece la percepción de “campus universitario” y, desde el punto de vista de la movilidad, complica la gestión, ya que algunos de los recintos universitarios son muy grandes y tienen el acceso controlado y restringido según horario, de manera que no es posible atravesarlos siempre, lo que condiciona las posibilidades de desplazamiento de los modos más flexibles y versátiles (viandantes y ciclistas).

### 2.1.2. Inventario de infraestructuras existentes para la movilidad ciclista

Las infraestructuras existentes en la Ciudad Universitaria destinadas a la movilidad ciclista son muy escasas. En este sentido, aunque la proporción de ciclistas en la CU pueda ser mayor a la de la capital<sup>8</sup>, el desarrollo de infraestructuras específicas para la movilidad ciclista es, sin embargo, incluso inferior y, además, escasamente funcional. No se aprecia ningún grado de adaptación del espacio público que indique que en el medio universitario exista una mayor cultura de la bicicleta.

En el **plano 03** se han reflejado las vías ciclistas o itinerarios practicables existentes y las previstas, así como los aparcamientos para bicicletas que hay en la actualidad.

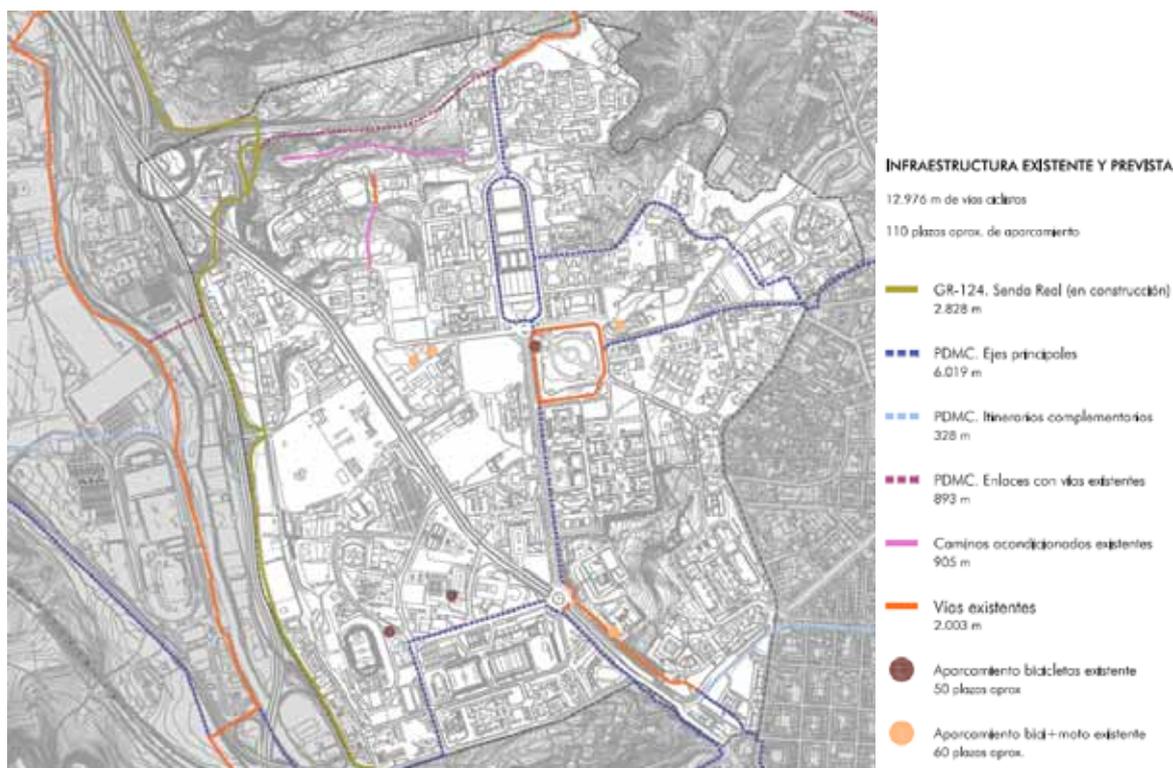


Ilustración 5. Vista del Plano 03 en Anexo

<sup>8</sup> El PDMC de Madrid incide de manera significativa en la escasa utilización de la bicicleta, que arroja en la Ciudad de Madrid cifras marginales en los desplazamientos cotidianos, inferiores al 0,1 %, mientras que en París y Londres, este porcentaje está próximo al 2%, y en Berlín supera el 10%.

Como ya hemos dicho, hasta la fecha la existencia de infraestructuras para la bicicleta en la CU era testimonial, limitándose a un total de 1,6 km de vías ciclistas distribuidos en 3 itinerarios aislados, que no permitían realizar recorridos útiles, y ejecutados sin un criterio uniforme de diseño.

Actualmente, la situación ha mejorado parcialmente, ya que se encuentra en ejecución el tramo del itinerario GR-126 que atraviesa por la CU, permitiendo conectar la CU con el Anillo Verde Ciclista e incorporando 2,8 km nuevos de vía ciclista (compartida con peatones), aunque con una localización muy periférica (borde oeste de la CU, en paralelo a la M-30).

La reciente aprobación del PDMC de Madrid ofrece mejores perspectivas para la CU, ya que propone algunos itinerarios que atraviesan o parten de la CU, y forman parte de una red municipal, con lo que la Ciudad Universitaria quedaría conectada en bicicleta con el resto de la ciudad.

En concreto, el PDMC de Madrid propone 7,2 km de vías ciclistas en la CU de las cuales 6 km son itinerarios principales, 0,3 km son complementarios y 0,8 km enlaces. De todos los itinerarios propuestos, destaca por su funcionalidad el que conectaría el intercambiador de Moncloa con la vía ciclista de la Dehesa de la Villa, recorriendo la Avda. Complutense, cruzando de norte a sur la CU y pasando por la estación de Metro de Ciudad Universitaria y el Paraninfo. Es, precisamente, este itinerario el que presenta un mayor grado de desarrollo toda vez que el proyecto de construcción ya se ha redactado, y su ejecución está prevista para el año 2009; ejecución que supondría un cambio radical para la movilidad ciclista en la CU ya que conectaría el ámbito universitario con la ciudad y con los principales referentes de transporte público, además de incorporar a la red algunas vías existentes (jardín botánico) que no tenían utilidad.

En total, entre vías ciclistas existentes y previstas, se contabiliza un total de casi 13 km en la Ciudad Universitaria, que siguen siendo muy insuficientes pues, si bien se mejora la conexión de la CU con la ciudad, apenas se ofrece cobertura a los desplazamientos locales dentro de la Ciudad Universitaria, que son los que más interesan a este estudio.

Además de las vías ciclistas se han contabilizado 50 plazas de aparcamiento de uso exclusivo para bicicletas y 60 plazas, aproximadamente, de aparcamiento compartido para motos y bicicletas. La oferta es muy escasa, muy concentrada y no presenta unidad desde el punto de vista del diseño.

### **2.1.3. Características de los otros modos de transporte en la CU**

La movilidad en la Ciudad Universitaria se encuentra muy condicionada fundamentalmente por 2 factores:

- Su topografía, básicamente llana excepto, precisamente, al este, en el borde de contacto con la ciudad, lo que supone un factor limitante para la movilidad en los modos más sostenibles.
- Su localización en uno de los puntos de acceso a Madrid, que la convierte en lugar de paso para entrar y salir de la ciudad.

### a. Principales itinerarios de acceso a pie

La movilidad peatonal es la protagonista del hecho urbano<sup>9</sup> y, sin duda, lo es también de la Ciudad Universitaria, según se desprende de las encuestas realizadas el 72% de los viajes internos en la CU se realizan a pie.

Si analizamos la movilidad de acceso a la CU se observa que sólo un 12% de los usuarios accede a pie frente al 67% que lo hace en transporte público. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el acceso en transporte público se completa a pie hasta el destino final en más de un 90% de los casos. Es decir, el modo de acceso dominante a la CU depende de la movilidad peatonal.

No obstante, las condiciones para la movilidad peatonal en la Ciudad Universitaria son muy mejorables; la urbanización no está completamente adaptada (faltan rebajes de bordillo, lomos, orejas, etc.), está mal mantenida y no presenta unidad de diseño; los itinerarios son poco atractivos y, en numerosas ocasiones, incómodos debido a la falta de pasos peatonales que obliga a dar rodeos; la presencia del automóvil es muy agresiva, tiene carta blanca y ocupa espacios reservados a peatones y ciclistas.

### b. Líneas y servicio de autobuses

El servicio municipal de autobuses en la CU es muy completo y constituye una alternativa eficaz para acceder a algunos centros, especialmente a los más alejados de las estaciones de Metro.

La ciudad Universitaria cuenta con 12 líneas de autobús urbano; 8 líneas regulares, 3 líneas universitarias (una de ellas exclusiva) y una línea nocturna. Sus trazados y la localización de paradas se recogen en el **plano 05**. Además, junto a cada parada se incluye una cifra que representa el tiempo (en minutos y segundos) que se tarda en llegar a la siguiente parada. Este tiempo se ha obtenido mediante comprobación directa en horario académico y jornada laboral.

Línea	Tipo	Frecuencia (minutos) <sup>10</sup>	Itinerario
46	Regular	11	Sevilla -Moncloa
82	Regular	8	Moncloa - Barrio de Peñagrande
83	Regular	8	Moncloa - Barrio del Pilar
132	Regular	9	Moncloa - Hospital La Paz
133	Regular	7	Plaza de Callao -Mirasierra

<sup>9</sup> Diversos estudios, entre los que destacan los realizados por Alfonso Sanz (ver "Pasos adelante. Ideas para recuperar el protagonismo del peatón en la movilidad" en la revista Ingeniería y territorio nº69. Tercera época. Año 2004. Páginas 58-67), demuestran que los desplazamientos urbanos a pie o en bici suponen un 61,7% del reparto modal.

<sup>10</sup> Datos facilitados por el Consorcio de Transportes de la Comunidad de Madrid para el periodo 14/11/2005 - 14/11/2005

162	Regular	17	Moncloa - El Barrial
C1	Regular	6	Circular
C2	Regular	7	Circular
F	Universitaria	11	Cuatro Caminos - Ciudad Universitaria
G	Universitaria	6	Moncloa - Ciudad Universitaria
U	Universitaria	8	Avda. Seneca - Paraninfo (interna)
N20	Nocturna	-	Cibeles - Barrio de Peñagrande

**Tabla 3. Líneas de autobús urbano en la CU**

Además, la Ciudad Universitaria cuenta con paradas de 27 líneas de autobús interurbano en tres puntos de la A-6 (Agrónomos, Palacio de la Moncloa y Veterinaria), lo que permite la conexión con las poblaciones del noroeste de la Comunidad Autónoma de Madrid.

#### **c. Estaciones de Metro en el ámbito**

La Ciudad Universitaria dispone de tres estaciones de Metro, una central y dos periféricas que pertenecen a 2 líneas de la red.

Estación	Localización	Líneas
Ciudad Universitaria	Central	6 (Circular)
Moncloa	Periférica , sureste	6 (Circular)
Metropolitano	Periférica, este	6 (Circular), 3

**Tabla 4. Estaciones de Metro, localización y líneas**

#### **d. El tráfico motorizado, un problema a resolver**

La Ciudad Universitaria asume un tráfico motorizado, principalmente de paso, que no es compatible con la promoción y el desarrollo, en condiciones cómodas y seguras, de otras formas de movilidad más *amables* y sostenibles, como la peatonal o la ciclista.

Según datos del año 2006 del Ayuntamiento de Madrid, en la Ciudad Universitaria penetran diariamente una media de 62.729 vehículos<sup>11</sup>. Por otro lado, la encuesta elaborada para este estudio, fija en 27.198 los usuarios que viajan a la Ciudad Universitaria en coche. Si a esta cifra le aplicamos un nivel de ocupación de 1,35<sup>12</sup> personas/vehículo, nos encontramos con sólo 20.146 vehículos de los 62.729 que

<sup>11</sup> El cálculo se ha realizado a partir de las IMD en el sentido de entrada de las calles de acceso a la CU.

<sup>12</sup> Para fijar el valor del nivel de ocupación de vehículo se ha tomado el que propone la Instrucción para el Diseño de la Vía Pública cuando no se dispone de datos específicos.

entran diariamente en la Ciudad Universitaria tienen ésta como destino- Es decir, que la Ciudad Universitaria soporta diariamente un tráfico de paso de 42.582 vehículos que se concentran principalmente, como puede verse en el **plano 04.a**, en los puntos de acceso desde la Ciudad Universitaria (y el resto de la ciudad, lógicamente) a la M-30 por la calle Martín Fierro (31.490 vehículos/día), y a la A-6 por la calle Profesor Aranguren (21.060 vehículos/día) y por la Glorieta del Cardenal Cisneros (49.250 vehículos/día). Además de estas conexiones con vías de muy alta capacidad, destaca por su elevada IMD, la Avda. Complutense (16.039 vehículos/día), que es el eje vertebrador del recinto universitario.

Hay que mencionar la importancia de la A-6 (Avda. de Puerta de Hierro) que, aunque se mantiene muy segregada del resto de la red vial de la Ciudad Universitaria y no incorpora funcionalmente sus 137.100 vehículos/día, afecta de manera determinante a la movilidad y el funcionamiento en general de la Ciudad Universitaria, ya que la divide en diagonal, dejando al suroeste una parte importante, claramente segregada del núcleo original de la CU. Esta zona periférica presenta problemas de conexión con el resto de la CU, especialmente visibles en el caso de las Facultades de Veterinaria y de Estadística.

Por último, cabe mencionar que, además del tráfico de paso que afecta negativamente a la movilidad en la CU, se ha detectado un grave problema de aparcamiento que satura las calles y produce, en muchos casos, la invasión de los espacios destinados a la estancia y circulación peatonal, y de las escasas infraestructuras existentes para la bicicleta (vía ciclista del jardín botánico).

Este problema de aparcamiento viene generado por dos grupos de usuarios bien distintos:

- a. Los usuarios de coche cuyo destino es la CU.
- b. Los ciudadanos cuyo destino no es la CU, pero la utilizan como zona de aparcamiento periférico desde donde acceden a su destino final utilizando otros medios, principalmente el transporte público.

Parece necesario controlar la oferta de aparcamiento en la CU, evitando, principalmente, su utilización como aparcamiento disuasorio. Sin embargo, la creciente demanda de aparcamiento motivada por un aumento de la accesibilidad a la CU en coche, se ha visto alentada por una política generalizada entre los diferentes centros de aumentar la oferta de aparcamiento dentro de sus recintos, a veces con costosas inversiones. De hecho, en este momento la UCM ha comenzado las obras de puesta en marcha del aparcamiento subterráneo de la Avda. Complutense, cerrado desde su construcción hace años, lo que supondrá un aumento de la oferta de aparcamiento en el corazón de la CU de alrededor de 1500 plazas y un peligroso “efecto llamada” para los conductores.

## 2.2. Accesibilidades

### 2.2.1. Metodología

Como ya se ha indicado, se trata ahora de cuantificar de forma sistemática y precisa, cuánto se tarda actualmente en los viajes y modos más habituales dentro de la ciudad universitaria (combinación metro-autobús o combinación metro-a pie), y compararlo con lo que se tardaría si se emplease la bicicleta desde el metro<sup>13</sup>.

El objetivo concreto es extraer conclusiones sobre en qué centros y relaciones ofrecería mayores ventajas el sistema UNIBICI, es decir, dónde la diferencia de tiempo entre ir en bicicleta o en el modo actual, aumenta más y ofrece, por tanto, mayores ventajas, lo que permite dos cosas; una primera valoración cualitativa de la viabilidad del sistema -eso sí, exclusivamente desde el punto de vista de la accesibilidad-, y además, alimentar el modelo de demanda con información muy precisa, objetiva, no percibida, sobre la ganancia de tiempo, que como es bien sabido, suele ser clave en la decisión modal.

Como se desprende de la encuesta, la gran mayoría de los viajes en la ciudad universitaria son de acceso y salida, aunque sorprende la significativa presencia de viajes internos. Por tanto, las relaciones principales para evaluar la accesibilidad son, sin duda, las de las estaciones de metro con cada uno de los centros. Además, y no tanto por su importancia actual como por el potencial que pueden tener, se evalúan también algunas que responden a viajes internos, sobre todo a los servicios (deportivos, bibliotecas, etc.) considerados más significativos.

#### **a. Definición de orígenes y destinos: Estaciones y Agrupaciones**

Respecto a las estaciones de metro, dado que hay que evaluar en primer lugar el modo actual de acceso, parece lógico pensar que, en general, los estudiantes utilicen la estación de metro más cercana a su centro entre las que dan servicio a la ciudad universitaria (Moncloa, Ciudad Universitaria o Metropolitano). Sin embargo, parece lógico pensar que el intercambiador de Moncloa resulta un origen con un potencial bastante mayor que las otras dos. Ello obedece tanto a la estructura de la red metropolitana de transporte (líneas 3 y 6 de metro de Madrid y estación de autobuses interurbanos de la A-6), como a la urbana (gran cantidad de líneas EMT que pasan por Moncloa y llegan a la ciudad universitaria). Por ello, se ha evaluado la accesibilidad tanto desde la estación de metro más cercana a cada centro como desde la de Moncloa a todos los centros.

Respecto a los centros o destinos, como se desprende de los inventarios, la ciudad universitaria incluye una gran cantidad de centros de diversos tipos, docentes y no docentes. Atendiendo a su uso y potencial de generación de viajes, se han clasificado en centros docentes (D), UNED (U), de trabajo e investigación (T), de servicios (S) y

---

<sup>13</sup> Respecto a las posibilidades de trasvase automóvil-UNIBICI, excede claramente del alcance de este análisis, centrado en los condicionantes espaciales de los viajes producidos dentro de la Ciudad Universitaria. Este tema se trata más extensamente en el capítulo de análisis de la demanda potencial.

residenciales (R). En el inventario se ha registrado, además de este uso, la población (estudiantes-PAS-PDI, residentes, personal laboral) y su condición de vallados o no, así como los lugares de acceso a cada centro. Con esta información ha sido posible reducir los 144 centros existentes a 49 agrupaciones basadas en la proximidad y en la homogeneidad de uso y acceso a la red viaria<sup>14</sup> (ver **planos 06.a** y **06.b**).

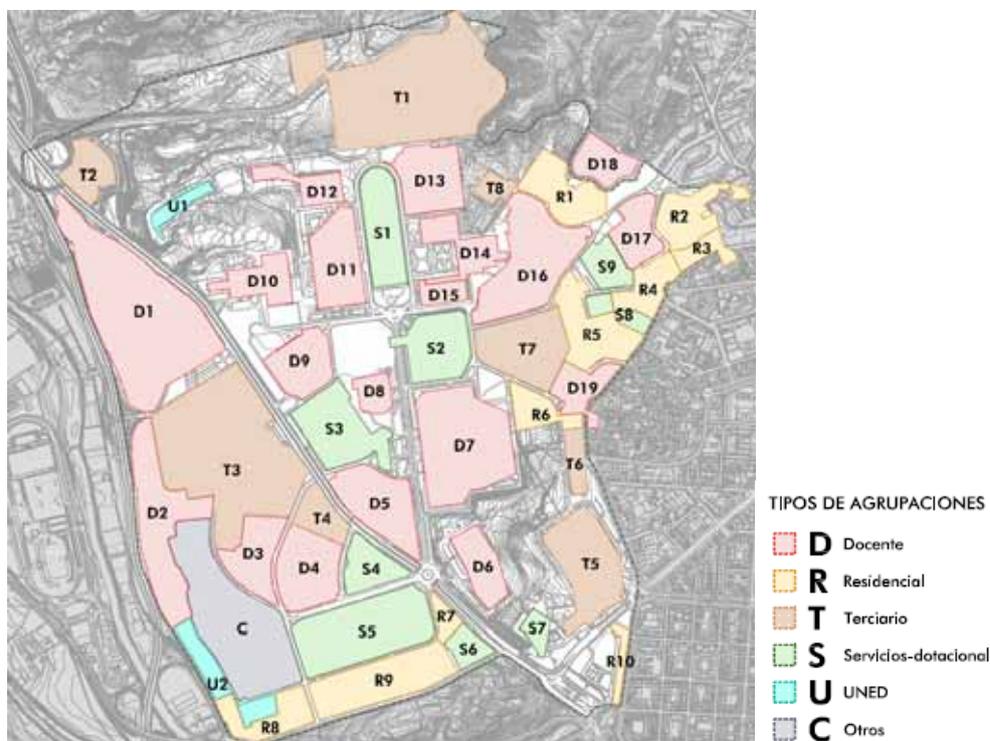


Ilustración 6. . Vista del Plano 06.b en Anexo

Otra cuestión importante se refiere a los centros de servicios. El inventario, donde aparecen el rectorado, centros deportivos, jardín botánico, etc., pone de manifiesto otra de las características importantes de la ciudad universitaria de Madrid: la falta de servicios comunes, como aula magna, centros de estudios superiores, biblioteca, comedores, cafeterías, etc., que, bien en el nunca construido edificio del Paraninfo, o con cualquier otra configuración, tuviesen la capacidad de atraer a los estudiantes y al personal, superando así la atomizada realidad actual y desembocando en una verdadera comunidad universitaria.

Bajo estas premisas, se han clasificado los servicios existentes estimando de forma sencilla su potencial de atracción de usuarios (alto, medio y bajo). En estos momentos los servicios que más utilización presentan son, sin duda, los tres grandes equipamientos deportivos (Paraninfo, Cantarranas y Sur). Los tres tienen, además, la cualidad de quedar un tanto distantes entre sí, y muy centrales a la ciudad universitaria. Se trata, por tanto, de localizaciones que pueden servir de aproximación para los destinos de otros viajes internos menores y más difíciles de identificar. Por

<sup>14</sup> En realidad la reducción es mayor pues 10 de estas 49 corresponden a agrupaciones residenciales (colegios mayores, etc.), en las que el viaje diario al centro universitario no tiene nada que ver con la accesibilidad metro-centro (por lo que no es necesario calcularla).

esta razón se han calculado las distintas accesibilidades a estos tres centros de servicios desde el resto de las agrupaciones.

#### **b. Definición de la red de acceso**

Para definir la red de acceso a los centros desde las estaciones y centros de servicios se ha utilizado el camino más corto y directo en el caso del peatón y la bicicleta, y el menor tiempo de recorrido para el autobús. Además, en el caso de las agrupaciones más distantes, como el campus norte de la UNED o la facultad de Educación, se ha comprobado el itinerario así seleccionado preguntando directamente a los usuarios “in situ”. De esta manera resultan cinco *árboles* de itinerarios que forman una red casi completa, que incluye buena parte de las vías públicas de la ciudad universitaria. Para no dejar fuera ninguna relación no prevista inicialmente, en 6 casos se han incluido algunas conexiones que parecían necesarias para completar la red.

La red se ha dividido en 73 tramos entre intersecciones (ver **plano 07**), y cada tramo se ha caracterizado con los siguientes campos en una base de datos: Longitud (m), Ancho de vía (m), nº de Carriles, Ancho de calzada (m), Ancho de acera/pista (m), IMD, VMD (km/h), Deficiencias, nº Cruces regulados, nº Cruces no regulados, Desnivel (m) y Pendiente. De ellos, los parámetros principales para calcular el tiempo de recorrido en el tramo son, sin duda, la longitud y la presencia de cruces. Además en el caso de los ciclistas, la pendiente ha sido igualmente crítica.

De esta manera, los itinerarios de cada agrupación se pueden componer por la suma de tramos, obteniéndose las características de cada itinerario que permiten evaluar el tiempo de acceso en los distintos modos, así como otros problemas que pueda presentar dicho itinerario.

#### **c. Parámetros de cálculo de las impedancias por modos**

Para el análisis de la accesibilidad, dado que se comparan accesibilidades en distintos modos (a pie, en bicicleta y en transporte público), se elige el tiempo de recorrido como variable principal, si bien no sólo se ha considerado la distancia euclidiana, sino que se han tomado en cuenta una serie de parámetros definidos mediante la experiencia, así como distintas pruebas efectuadas *in situ*.

En el caso de los peatones, la velocidad utilizada son 6 km/hora, velocidad relativamente elevada que se justifica por la juventud de la población y las “prisas” habituales de los usuarios a la hora de acceder al centro. También se han adoptado ciertas penalizaciones en cruces, que se basan en mediciones efectuadas *in situ* específicamente para este trabajo, y que, en todo caso, son menores: 10 segundos en cruces sin regular, 20 segundos en cruces regulados con intensidades de vehículos medias o bajas y 25-35 segundos en el caso de intensidades elevadas o muy elevadas. Por la economía en el diseño de la red, con pocos tramos, ha sido necesario añadir, además, el tiempo para cubrir la distancia entre la puerta o acceso al centro o agrupación y el primer tramo completo de la red considerado.

En sentido inverso, los tiempos de los peatones se han reducido en los casos en los que existieran atajos (pasos subterráneos, pasarelas, escaleras), que no estuvieran en la red definida anteriormente al no ser practicables en bicicleta.

En el caso de las bicicletas y, de nuevo cronometrando una serie de viajes por la ciudad universitaria, se ha tomado una velocidad media de 15 km/hora, que según la literatura corresponde a la de un usuario medio, y es similar a la que usa el PDMC para diseñar su red. Se comprobaron y cuantificaron, además, las diferencias en tramos con pendiente, por si pudieran tener algún efecto significativo dadas las rampas hacia a Moncloa y Cuatro Caminos. Así, se ha tomado una velocidad de subida que disminuye 0,85 km/hora por cada grado de pendiente (hasta un 6%), y una de bajada que aumenta 1,5 km/hora cada grado (hasta un 6%). Las demoras por cruce son las mismas que en el caso anterior y, además, se ha penalizado con un minuto tanto el aparcar y asegurar la bicicleta como su recogida.

Finalmente, para los autobuses, el sistema de cálculo fue distinto pues no se basó en la misma red que peatones y ciclistas, sino en el trazado de las líneas. Para ello, se cronometró en hora punta el tiempo entre cada dos paradas en todos los itinerarios cubiertos por autobús en la ciudad universitaria. Se añadió, además, el tiempo medio de espera según la frecuencia media que publica la EMT la cual, como es lógico, disminuía proporcionalmente en el caso de líneas que coincidiesen en su recorrido. Finalmente, se añadía el tiempo que suponía la distancia a pie, desde el metro a la parada de origen y desde la parada de destino a la agrupación.

Una consideración general es que, tanto en el caso de ciclistas como de autobuses, es necesario diferenciar el tiempo del viaje de ida del de vuelta, ya que su duración pudiera ser bien distinta. Para los ciclistas, la diferencia estriba en la existencia de pendiente y, para los autobuses, el recorrido, que en el caso de algunas líneas cambia sustancialmente entre ida y vuelta, así como la frecuencia, ya que disminuye notablemente fuera del periodo punta.

### **2.2.2. Accesibilidad actual a las agrupaciones**

Como es sabido, la ciudad universitaria se encuentra al oeste de Madrid, en una situación algo periférica respecto del centro urbano y separada por un desnivel topográfico, aunque eso sí, en continuidad y conectada con su trama.

Su diseño de campus clásico, junto con su gran tamaño, hace que las distancias puedan parecer grandes para el desplazamiento a pie. En el caso de estudio, esta situación está contrarrestada por la localización relativamente centrada de las estaciones de metro, que hace que las distancias para acceder desde este modo de transporte -que es el considerado básicamente en el análisis-, hasta las facultades, sean, como se verá después, de tipo medio en, prácticamente, todos los casos. Además, existen numerosas líneas de autobús que dan servicio al ámbito.

#### **a. ¿A pie o en autobús?**

Más allá de los datos de reparto modal obtenidos en la encuesta realizada o en la EDM04, esta sección sirve para precisar las actuales accesibilidades andando o en

autobús dentro de la ciudad universitaria, de qué distancias estamos hablando, cuál es actualmente el modo de acceso más rápido, etc.

**Tabla 5. Distancias y tiempos medios actuales desde la estación de metro más cercana hasta las agrupaciones**

	Distancia (metros)	A pie (minutos)	Autobús ida (minutos)	Autobús vuelta (minutos)
Media	1.183	9,80	6,25	6,91
Mínimo	89	1,14	2,07	1,89
Máximo	4.657	24,12	12,22	14,15

Fuente: elaboración propia

Según los cálculos realizados en el estudio, las 39 agrupaciones definidas se sitúan a una distancia media de 1.183 m de la estación de metro más cercana, lo que supone unos 11 minutos a pie y entre 6 y 7 minutos en autobús<sup>15</sup>.

Cuando se revisan los tiempos de cada agrupación para ver cuáles son las que se sitúan a más de 15 minutos andando (unos 1.500 m), se comprueba que únicamente 7 de las 39 superan esa distancia, y que apenas suman el 9% de la población total de la ciudad universitaria. Por tanto, una primera conclusión es que apenas un 10% de la población de la ciudad universitaria se sitúa a más de 1.500 m de la estación de metro más cercana. Esta distancia es significativa porque, según las referencias de la literatura consultada, constituye una barrera importante a la hora de tomar la decisión de desplazarse a pie, si bien hay que considerar que no se trata de un desplazamiento aislado o de una sola etapa, sino que quién sale del metro ya ha realizado, por lo general, un largo trayecto esa mañana y, seguramente, no tiene demasiadas ganas de andar o de tomar otro autobús.

Por ello, parece razonable tomar una distancia menor como factor de cambio modal. Ese nuevo umbral se ha situado en 9 minutos -unos 900 m-, lo que coincide con la distancia media de las agrupaciones. A más de 9 minutos se sitúan 16 de las 39 agrupaciones, algo menos de la mitad y, además, entre ellas se sitúan algunas de las más numerosas, como Arquitectura-Aparejadores (D4), Filosofía B (D10), Derecho (D11) o Exactas (D14), todas las cuales superan los 5.000 personas, de manera que a más de esta distancia se sitúa ya el 54% de la población de la ciudad universitaria.

También es cierto que para estas agrupaciones, las que están a una distancia considerable del metro, existen servicio de autobús de la E.M.T. que, según los cálculos realizados, ofrece un tiempo de recorrido -incluidas esperas medias- algo menor que el desplazamiento a pie, si bien las diferencias en números absolutos no

<sup>15</sup> En los datos que se presentan a continuación se han incluido las agrupaciones que se clasificaron como docentes y de trabajo, dejando fuera las residenciales y las de servicios.

son muy grandes. En concreto, el ahorro de tiempo medio por usar el autobús es de algo más de dos minutos a la ida y unos tres a la vuelta (20-30% de ahorro de tiempo). Las diferencias en términos porcentuales resultan más considerables y, lo cierto es que, en 15 de las 21 agrupaciones más distantes de las bocas de metro (a más de 9 minutos a pie), es más ventajoso ir en autobús que a pie (de hecho sólo en tres hay una ventaja para el peatón de más de 1 minuto).

**b. ¿Desde Moncloa o desde la estación de metro más cercana?**

El estudio confirma que la mayor parte de centros de la ciudad universitaria están mejor servidos, en términos de distancia a, por la estación de metro de la Ciudad Universitaria, que es la más central al recinto. No obstante, se ha creído conveniente estudiar la relación con la estación de metro de Moncloa por dos razones: la primera es el potencial que, como se acaba de ver, tiene el autobús como modo de acceso, entonces ¿hay centros que estén ya mejor servidos con el autobús desde Moncloa? La segunda es su condición de intercambiador: la línea 3 y la estación de autobuses interurbanos y las varias líneas de la EMT que pasan por ella, hacen que sea un punto en que muchas personas tienen que cambiar de línea o modo, con lo que ¿sería posible dirigirlos o se sentirían inclinadas a tomar la bicicleta en ese punto?

Respecto a la primera pregunta, según el análisis realizado, algunas agrupaciones o centros alejados y situados en el eje de la carretera de la Coruña están mejor servidos por los autobuses desde Moncloa, que a pie o en autobús desde Ciudad Universitaria. Los dos casos más relevantes son Veterinaria (9,5 / 10,5 minutos, desde Moncloa y Ciudad Universitaria respectivamente) y Filosofía B (9,7 / 12,3 minutos).

En cuanto a la segunda cuestión, de momento solo cabe apuntar que, en bicicleta, el trayecto estación de metro Moncloa – estación de metro Ciudad Universitaria supone un incremento de apenas 4´30" bajando, y unos 6´ subiendo, tiempos que no parecen un gran obstáculo y que podrían hacer variar la situación actual, en la que la accesibilidad desde Ciudad Universitaria es mucho mejor. En la sección siguiente, donde se calcula la accesibilidad diferencial de la bicicleta, se puede valorar mejor el alcance que puede tener este factor.

**c. A los principales centros de servicios**

El estudio muestra que las accesibilidades de centros docentes a los tres principales centros de servicios -los tres grandes deportivos: Paraninfo, Cantarranas y Sur-, resultan, en conjunto, algo peores que las revisadas anteriormente (estaciones de metro – agrupaciones)<sup>16</sup>. El tiempo medio de desplazamiento a pie para alcanzar los tres centros deportivos desde cualquier sede docente es de 12 minutos y, la ganancia media por tomar el autobús es de -2,5 minutos a la ida y -2,8 a la vuelta. Es más, en el 85% de las agrupaciones situadas a más de 9 minutos a pie, es igual o más rápido ir en autobús que andando.

---

<sup>16</sup> En este caso se han incluido las agrupaciones docentes y residenciales, dejando fuera los centros de trabajo y le resto de centros de servicio

## 2.2.3. Mejora de la accesibilidad usando la bicicleta

### a. Diferencial de tiempo de recorrido bicicleta - mejor modo actual

El análisis del diferencial de tiempo se basa en dos supuestos que atienden a la racionalidad del proyecto, pero que, ya se advierte, no necesariamente han de coincidir con la del usuario.

Es decir, se trata de estimar qué parte de la demanda potencial puede tener un problema de transporte porque la última etapa de su viaje -es decir, la que tiene que realizar a pie o en autobús dentro de la ciudad universitaria-, es demasiado larga. Además, se supone que se debe atender a una demanda de carácter racional: viajes en los que la bicicleta mejora, aunque sea sólo un poco, la accesibilidad actual a pie o en autobús.

Sin duda hay otra demanda posible, la del estudiante de periodismo que se sale del metro de Ciudad Universitaria y para un recorrido de 150 metros piensa “*qué bie: hay una bici gratis, la cojo y de paso doy unos saltos por el camino*”, pero esta posibilidad no sólo no se incluye, sino que debe considerarse como uno de los riesgos del sistema.

Por tanto, los supuestos considerados son:

- La demanda a la que apuntar está constituida por personas que tengan su centro de estudios o trabajo a una distancia significativa de la estación de metro, un umbral que anteriormente se ha cifrado en 9 minutos a pie, por lo que se trata del entorno de los 1.000 m andando deprisa.
- La opción por la bicicleta pública ha de basarse en la existencia de, al menos, una ventaja apreciable sobre el más competitivo de los modos de acceso actuales: a pie o en autobús. Dicho de otra forma: que mejore el viaje del usuario en términos de duración, ventaja que se estima en, al menos, dos minutos.

**Tabla 6. Diferencias de tiempo viaje BICI – mejor modo actual, desde las estaciones de metro hasta las agrupaciones d > 9 min. a pie**

Agrupación	Población	Estación metro más próxima (origen viaje BICI)	Longitud (m)	Tiempo a pie (min)	Diferencia autobús-a pie IDA (min)	Diferencia autobús - a pie VUELTA (min)	Diferencia BICI - mejor actual IDA (min)	Diferencia BICI - mejor actual VUELTA (min)
<b>D1</b>	2.218	C. Universitaria*	1.305	16,78	-7,14	-6,86	+0,74	+1,57
<b>D2</b>	100	Moncloa	1.828	18,79	+0,83	-1,35	-10,64	-5,51
<b>D3</b>	1.895	C. Universitaria	990	10,35	+2,85	-1,31	-4,61	-2,02
<b>D4</b>	8.066	C. Universitaria	939	9,01	+3,69	-0,47	-2,42	-0,85
<b>D9</b>	2.730	C. Universitaria	716	9,18	+1,70	-2,61	-2,80	-0,19

<b>D10</b>	7.108	C. Universitaria*	1.140	12,88	-3,46	-4,11	-1,59	-0,02
<b>D11</b>	10.972	C. Universitaria	1.026	10,91	-0,78	-4,09	-2,95	-0,06
<b>D12</b>	2.860	C. Universitaria	1.880	16,15	-5,85	-6,88	-1,90	-0,12
<b>D13</b>	3.477	C. Universitaria	1.129	11,84	-5,60	-1,44	+1,10	-3,71
<b>D14</b>	5.808	C. Universitaria	818	9,23	-3,73	+1,57	+0,98	-3,11
<b>U1</b>	401	C. Universitaria	1.880	19,65	-7,90	-8,55	-0,85	+0,55
<b>U2</b>	1.430	C. Universitaria	1.456	15,38	-2,38	-3,08	-3,53	-0,09
<b>T1</b>	1.800	C. Universitaria	1.395	15,45	-5,45	-6,25	-0,64	-0,49
<b>T2</b>	62	C. Universitaria	4.657	24,12	-8,87	-9,52	-3,03	-0,45
<b>T3</b>	2.210	C. Universitaria	906	9,67	-0,27	-0,47	-3,87	-2,33
<b>C1</b>	2.292	C. Universitaria	968	12,00	-0,80	-5,00	-3,55	+1,75
<b>Promedio</b>							<b>- 2,65</b>	<b>- 1,18</b>

Fuente: elaboración propia

\* Tiempos en autobús desde Moncloa (más rápido).

El análisis realizado muestra que 10 de las 16 agrupaciones más distantes mejorarían su accesibilidad si se utilizase la bicicleta con un sistema como UNIBICI. La ganancia media de tiempo sería de unos 2,7 minutos a la ida y de casi un minuto a la vuelta.

Si se considera el viaje de ida, casi todas las agrupaciones presentan ganancias de tiempo de entre 2 y 4 minutos. Sólo dos superarían este umbral: las que más tiempo ganarían, *i.e.*, la D2, campos de prácticas de Agrónomos (-10,64 minutos) y D3, Bellas Artes (-4,61). El problema es que ambas tienen poblaciones habituales no especialmente grandes, como la D2 (100 y 1.985 habitantes respectivamente).

Por el contrario, las agrupaciones de más de 5.000 personas que se verían beneficiadas por un programa como UNIBICI, serían la D4, Arquitectura-Arquitectura Técnica (-2,42 minutos), la D10, Filosofía B (-1,59) y, la más grande de todas, la D11, Derecho (-2,95). Entre las grandes quedaría la D14, Matemáticas que, por el contrario, tiene cierto acceso mejor con el autobús del que llegaría a tener con la bicicleta (+0,98 minutos)<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> Hay que recordar que, además, hay 4 agrupaciones de este tamaño: D5, Agrónomos, D6, Navales-Aeronáuticos, D7, Medicina-Veterinaria y D8, Periodismo, que tampoco se beneficiarían del sistema por estar demasiado cerca de la estación de metro, de acuerdo con los parámetros manejados (distancia mínima de 9 minutos andando).

Las agrupaciones de tipo medio (2-5.000 personas) que mejorarían su acceso de forma significativa, serían la D9, Caminos (-2,8 minutos), T3, Complejo de la Moncloa (-3,87) y C1, Consejo Superior de Deportes (-3,55). Por otra parte, la D12, Informática, quedaría con una diferencia sólo un poco menor del umbral establecido (-1,90) mientras que para la D13, Telecomunicaciones, no mejoraría respecto al tiempo del autobús, sino que aumentaría (+1,10)<sup>18</sup>.

Finalmente, otro centro más pequeño pero que también se beneficiaría de forma significativa, sería el U2, UNED (-3,53 minutos) y, ya en el rango de los centros de pequeño tamaño, quedarían dos que no alcanzarían el umbral de los dos minutos, aunque obtendrían una ligera mejora de tiempos de acceso: U1, UNED (-0,85) y T1, CIEMAT (-0,64).

#### **b. Diferencial viaje de ida - viaje de vuelta**

Uno de los resultados más interesantes del análisis es, precisamente, la diferencia entre el viaje de ida y el de vuelta, derivada de la disminución de los ahorros de tiempo en bicicleta a la vuelta. En efecto, a la vuelta el ahorro medio desciende hasta situarse en -0,93 minutos, y únicamente 5 de los 16 centros obtienen mejores rendimientos por usar la bicicleta a la vuelta. De hecho, entre las de más de 5.000 personas, sólo D14- Matemáticas- gana más de dos minutos a la vuelta. Ello podría suponer un *handicap* importante para la explotación del sistema que habrá que considerar en la solución a adoptar.

### **2.3. Síntesis de resultados: agrupaciones y centros con mayor potencial de uso del sistema desde el punto de vista de la accesibilidad**

Del estudio realizado sobre las accesibilidades desde las estaciones de metro hasta las facultades y centros de la ciudad universitaria, cabe destacar los siguientes aspectos:

Sobre la situación actual:

- La ciudad universitaria de Madrid tiene una accesibilidad bastante buena en metro (tres estaciones en su interior y dos en su entorno inmediato), mas, por su configuración tipo campus clásico y tamaño, el último tramo del viaje de estudiantes y del resto de los usuarios, resulta bastante largo (considerando que se trata, normalmente, de viajes multi-etapas): unos 1.200 m de media.
- En la actualidad, la forma de cubrir esa última etapa es a pie o en autobús, generalmente de la EMT. A pie, esta distancia puede suponer unos 9 ó 10 minutos, mientras que en autobús el tiempo de viaje disminuye claramente, entre 6 y 7 minutos.

---

<sup>18</sup> En este caso son: D15, Biológicas, D16, Montes, D17, Educación, D18, CEU y D19 Diplomáticos, que se considera están demasiado cerca de la estación de metro para ser tenidas en cuenta.

- En concreto, para 15 de las 21 agrupaciones más alejadas es notablemente más rápido ir en autobús que andando, y sólo hay tres en las que es preferible ir a pie, probablemente por estar peor servidas por el autobús.
- Respecto a la estación de metro que da mejor acceso a los centros, en el caso de los más distantes (> 9 minutos a pie), ésta es, sin duda, la de Ciudad Universitaria. Ello es así en todos los casos menos en dos, Filosofía B y Veterinaria, a los que se llega más rápido desde Moncloa en autobús.
- Los tiempos de acceso a los principales centros de servicio de la ciudad universitaria, son los tres grandes deportivos (Paraninfo, Cantarranas y Sur), son algo peores que los anteriores; cuestión motivada, en parte, por la consideración en este caso de las residencias y colegios mayores, que se localizan en los extremos este y sur del ámbito. También para estos desplazamientos resulta más ventajoso ir en autobús.

Sobre la mejora de la accesibilidad usando la bicicleta:

- En general, los cálculos realizados permiten cuantificar todos los ahorros o pérdidas de tiempo por el acceso en bicicleta, y ponderarlos según su peso poblacional (ver Tabla 6), lo que resulta muy útil para el dimensionamiento del sistema, sobre todo de sus bases.
- La utilización de la bicicleta en las agrupaciones situadas a más de 9 minutos andando produciría, según las estimaciones realizadas, un ahorro de unos 2,70 minutos sobre el mejor modo actual en el viaje de ida. La práctica totalidad de las agrupaciones de centros situadas a cierta distancia, incluidas las de más de 5.000 personas, como Arquitectura-Arquitectura Técnica, Filosofía B y Derecho, obtendrían un ahorro de tiempo entre dos y cuatro minutos.
- También hay que tener en cuenta que otros cuatro centros de gran tamaño (Agrónomos, Navales-Aeronáuticos, Medicina-Veterinaria y Periodismo) no habrían de beneficiarse de este sistema por encontrarse demasiado cerca de las estaciones de metro.
- De hecho, la cuestión de cómo conseguir que quienes realmente necesiten el sistema porque sus centros o facultades estén lejos, tengan a su disposición una bicicleta, se revela como uno de los grandes problemas de su diseño. En otras palabras, ¿cómo evitar que las bicicletas UNIBICI se usen un día para ir a la facultad de Medicina, a dos minutos de la estación de metro, y otro a la de Periodismo, a una distancia parecida?
- Como factor a tener en cuenta para diseñar el sistema está el hecho de que el ahorro disminuye mucho en el viaje de vuelta, hasta quedar reducido a algo menos de un minuto. Otro riesgo, ya detectado en varios casos, es que las bicicletas se queden en las bases de los centros y no se devuelvan a las estaciones de metro.
- Contra lo que se suponía inicialmente, la utilización de la bicicleta desde Moncloa no parece ofrecer mejoras de tiempo sobre la alternativa de ir en metro hasta Ciudad Universitaria y luego tomar el autobús. Por tanto, serían otras motivaciones -como la disminución del número de etapas del viaje para quienes llegan allí desde la línea 3 o desde los interurbanos de la A-6, la autonomía que da la bicicleta, etc.-, las que podrían dar lugar a una mayor utilización de la base de Moncloa sobre la actual, pero no el tiempo.

En consecuencia, cabe concluir que, en una situación como la actual, en la que las distancias dentro de la ciudad universitaria resultan relativamente largas para la parte

final de un viaje multi-etapas, y donde una clara mayoría de los centros “dependen” del autobús, el panorama para el acceso en bicicleta resulta favorable. Siendo verdad que la bicicleta no da lugar a grandes ahorros de tiempo, ofrece un saldo de tiempo casi siempre positivo y es un medio muy agradable en distancias cortas-medias, sobre todo si se construyen los carriles y se temple el tráfico motorizado; además, ofrece autonomía, servicio puerta a puerta y una imagen moderna y atractiva. También hay que considerar que el público potencial es joven y, por tanto, menos sensible a barreras como la pendiente o el clima.

Todo lo cual conduce a que la conclusión general de esta parte del estudio sea favorable a la implantación de un sistema de bicicleta pública, como lo sería igualmente a cualquier medida que promueva la utilización de la bicicleta en la ciudad universitaria.

No obstante, en el lado negativo quedan la seguridad vial dadas las condiciones actuales del viario de la ciudad universitaria (con un elevado tráfico de paso y pocos acondicionamientos para la bicicleta), el riesgo de bloqueo del sistema por los estudiantes y personal de las facultades demasiado cercanas a las estaciones (que son muchos), y el riesgo que suponen los menores ahorros de tiempo de la bicicleta en los viajes de vuelta.

### 3. Análisis de la demanda potencial de uso de la bicicleta en la Ciudad Universitaria

Cuando se decide intervenir en un contexto social complejo, es necesario conocer a quiénes y en qué medida afectan las acciones propuestas. En el caso del ofrecimiento de un servicio, estas preguntas se resuelven analizando la demanda que dicho servicio tendrá.

En el caso de UNIBICI, el proceso seguido ha necesitado especial atención, pues el hecho de que se plantee un servicio nuevo, como es el préstamo de bicicletas, hace más difícil conocer a priori su acogida. Además, hay que tener en cuenta que el servicio no es exclusivo, sino que se complementa con otros ya presentes en la movilidad y, por tanto, interactúa con ellos.

En los siguientes apartados se explica la metodología seguida para analizar la demanda futura de UNIBICI. Básicamente, se ha partido de un análisis territorial y de accesibilidad, del que se ha hablado en el apartado anterior, para luego conocer las respuestas de los usuarios, así como su comportamiento, mediante una encuesta. Toda esta información se ha modelizado para poder realizar prognosis a futuro, jugando con varios factores.

#### 3.1. Metodología

Para predecir el comportamiento de los usuarios de un sistema de transporte, tradicionalmente se vienen empleando técnicas basadas en la observación del comportamiento real de los individuos, *i.e.*, el medio de transporte utilizado, el tiempo de viaje para el desplazamiento medido, la tarifa o coste del servicio, etc.; al conjunto de toda esta información se le denomina “Preferencias Reveladas” (PR), las cuales se utilizan para analizar opciones presentes en el año base, pero no involucran elementos subjetivos o no medibles, como la seguridad, la comodidad, etc. Con un objetivo similar, otras técnicas, denominadas “Preferencias Declaradas” (PD), se emplean para modelar la demanda obteniendo respuestas de los individuos frente a situaciones de elección hipotéticas, como, por ejemplo, la introducción de un nuevo servicio.

Para este estudio se realizó una encuesta que, a su vez, se divide en dos partes: primero, una etapa de Preferencias Reveladas (PR), basada en las selecciones actuales de los individuos y, segundo, una fase en la cual se utiliza la técnica de Preferencias Declaradas, basada en la selección de alternativas hipotéticas. Para el diseño experimental de preferencias declaradas hemos considerado las siguientes etapas (Ortúzar, 2000):

1. En primer lugar, identificar los factores a considerar y su valoración más probable.
2. Segundo, preparar una versión preliminar del experimento, diseñando un cuestionario borrador que se utilizará como instrumento de medición, sobre la base del cual se diseñará la encuesta de Preferencias Declaradas.

3. Realizar reuniones de tipo “grupos focales”. Los participantes deben completar el cuestionario y exponer sus puntos de vista al respecto.
4. Evaluación del resultado y rediseño del cuestionario.
5. Realizar una simulación destinada a verificar si el instrumento de medición permite recuperar los valores de los parámetros de cada atributo, utilizando las variables socioeconómicas y las características de los viajes recopilados para determinar la probabilidad de uso de la bicicleta.

### **3.1.1. Revisión bibliográfica.**

Tal como se describe en la introducción, la bicicleta es un modo de transporte muy conocido y utilizado, pero no para desplazamientos al trabajo. Se han encontrado estudios sobre predicción de la demanda en el modo bicicleta que muestran que, factores como la distancia, el tiempo de viaje, la pendiente del terreno y la disponibilidad de un aparcamiento seguro, influyen de manera considerable en su uso (Ortúzar et al., 1999). Otros no tangibles, como la seguridad (Mcclintock y Clearly, 1996) y las condiciones meteorológicas (Winters *et al.*, 2007), también deben ser tomados en cuenta cuando se desarrolla un modelo de este tipo. Goldsmith (1992) desarrolló un modelo incorporando los factores subjetivos que afectan a la decisión de utilizar la bici para ir al trabajo, al objeto de determinar cómo los usuarios potenciales podrían convertirse en usuarios regulares. Asimismo, se observa que los hombres son los más asiduos usuarios de la bici, más aún si viven en una ciudad pequeña de clima templado a lo largo del año (Williams and Larson, 1996).

Las técnicas de preferencias reveladas son muy utilizadas para este tipo de investigación, como el estudio efectuado por Noland y Kunreuther (1995) sobre elección modal entre autobús, automóvil, bicicleta e ir a pie en la ciudad de Philadelphia, donde un 50 % de los encuestados menciona la inseguridad del modo para ser empleado en el desplazamiento al trabajo. También se encontró que la disponibilidad de carril bici y de aparcamiento tiene una importancia significativa en la elección, mientras que factores como el estado del pavimento y el tráfico, no parecen tener mayor relevancia.

En este sentido, hemos enfocado el estudio hacia técnicas mencionadas en la metodología que describimos a continuación, según los factores revisados en la literatura citada.

### **3.1.2. Factores y variables que inciden sobre el uso de la bicicleta**

En primer lugar, se ha optado por realizar una revisión bibliográfica de los factores considerados en diferentes estudios como influyentes para el uso de la bicicleta. En este sentido, los factores que afectan al usuario a la hora de realizar su elección modal a favor de la bicicleta, no son los mismos que para el resto de modos, pues la bicicleta tiene unas características especiales que otorgan más relevancia a unos que a otros (Noland *et al.*, 2006). Así, para conocer los posibles factores que podrían incidir en el

uso de UNIBICI, se ha partido de los recogidos en la bibliografía científica, ya comentados y justificados en el apartado anterior.

En una segunda fase, se ha intentado identificar aquellos factores que podían ser característicos del entorno del estudio, y que no hubieran sido observados por la literatura científica. Para ello, se concibieron unos grupos focales, contactando con usuarios actuales de la bicicleta y recogiendo su experiencia a través del correo electrónico, y una encuesta piloto –efectuada dentro del trabajo de campo-, mediante entrevistas breves a las 200 personas que respondieron.

Para conocer la valoración que los futuros posibles usuarios hacen de los factores mencionados, se llevó a cabo la encuesta a la que nos hemos referido.

De esta forma, se distinguieron 4 grupos de elementos a considerar para el uso del sistema UNIBICI por el usuario:

- Características socioculturales.
- Patrones de movilidad generales y específicos en la Ciudad Universitaria.
- Valoración de elementos que influyen en el uso de la bicicleta en general.
- Factores específicos de diseño del sistema UNIBICI.

Socioculturales	Movilidad
Edad	Centro al que pertenece
Sexo	Disponibilidad de coche
País origen	Disponibilidad de bici
Estado civil	Origen del viaje
Tamaño del hogar	Destino final
Nivel de estudios	Hora de salida
Nivel ingresos	Hora de llegada
Ocupación	Motivo del viaje
	Modo de llegada a Ciudad Universitaria
	Modo de desplazamiento hasta el centro
	Tiempo del desplazamiento en Ciudad Universitaria
Uso bicicleta	Diseño UNIBICI
Frecuencia de uso de la bicicleta	Valoración del sistema propuesto
Motivo de uso	Distancias de las estaciones de préstamo
Valoración de los factores que llevan a no usar la bicicleta	Existencia de red segregada

Valoración de los factores que incentivan a su uso	Control de la velocidad de los vehículos
Conoce los sistema de bici pública	Coste

**Tabla 7. Variables que inciden en el uso de la bicicleta**

Se observa que la valoración de los factores que incentivan o inhiben el uso de la bicicleta es altamente subjetiva, como consecuencia de la escasa cultura de bicicleta como modo de transporte que hay en España y, más concretamente, en Madrid. Tal vez por esa razón, conocer la valoración es una cuestión importante para aventurar el éxito que podría tener el sistema, aunque la apreciación cambia con la experiencia del usuario si el sistema se llevara a la práctica (Noland *et al.* 1995). Para este estudio, se han seleccionado una serie de factores que incentivan el uso de la bicicleta y otros considerados como barreras, y se ha preguntado en la encuesta de preferencias reveladas sobre la valoración de dichos factores.

Incentivos	Barreras
Eficiencia de la bici	Distancias a recorrer
Ausencia de restricciones de horario o frecuencias	Riesgo percibido en la bicicleta
Ahorro de costes de transporte	Orografía del terreno
No contamina	Condición física insuficiente
Es saludable y mantiene en forma	Limitaciones climáticas
Componente lúdica respecto a otros modos	Miedo al vandalismo sobre la bici
	Necesidad de instalaciones complementarias
	Falta de confort
	No posesión de bicicleta

**Tabla 8. Factores considerados que afectan al uso de la bicicleta**

### 3.1.3. Desarrollo de la encuesta piloto

Los días 15 y 16 de abril se realizaron tres grupos de encuestas piloto: a la salida de la estación de Metro Ciudad Universitaria, en la ETSI Caminos, Canales y Puertos y en el CIEMAT, en horario comprendido entre las 9.00 a 15.30, con la finalidad de captar diferentes percepciones de los posibles usuarios del sistema, en atención a sus costumbres y horarios de estudio y trabajo.

Se completaron 233 encuestas, de las cuales 94 se realizaron a la salida de la estación de Metro de Ciudad Universitaria, 52 en la ETSI de Caminos, Canales y Puertos, 32 en la ETS Arquitectura, 17 en el PARANINFO y 38 en el CIEMAT, apreciándose una elevada disposición al uso de la bicicleta, reflejado en el 42% de las respuestas afirmativas a la pregunta “¿Utiliza la bicicleta?” y, el 67% de respuestas

afirmativas a la pregunta “¿Utilizaría un sistema de bici pública?”. Sólo el 11% de las respuestas ante esta última pregunta fue negativo.

El 59% de los encuestados afirma utilizar el Metro para llegar a la zona de estudio. Asimismo, de las personas que utilizan el Metro, el 82% manifiesta desplazarse caminando desde la estación hasta su centro, con un tiempo medio de 9 minutos.

En la encuesta piloto se han confirmado los motivos de viaje más frecuentes de los usuarios del transporte de Ciudad Universitaria. Algunos se propusieron, pero se dejó abierta la pregunta con la opción “Otros”. El 55% de los encuestados afirma efectuar desplazamientos internos en la zona: el 64% de estos viajes se efectúa a pie, el 20% en bus y el 10% en coche, mientras que la bici sólo se utiliza en el 3% de los casos.

La encuesta piloto ha sido una herramienta de apoyo al desarrollo de la encuesta *online*, que ha servido de base para las opciones a presentar a los encuestados y como prueba de la comprensión de las preguntas. Además, la realización de una encuesta piloto proporciona ideas previas sobre las hipótesis del estudio y los resultados de la implementación de un sistema de bici pública en Ciudad Universitaria.

#### **3.1.4. Diseño de la Encuesta**

El universo poblacional del estudio UNIBICI se circunscribe a los mayores de 18 años con lugar de trabajo/estudio en los centros de la Ciudad Universitaria, lo cual supone una población de 118.101 personas<sup>19</sup>, de las que 89.906 son estudiantes, 16.156 empleados vinculados a la universidad, y 12.039 empleados no vinculados a la universidad.

#### **3.1.5. Diseño del Cuestionario**

La encuesta contiene cuatro partes: datos socioeconómicos, movilidad en bicicleta, movilidad en la zona de estudio y tendencias al uso de la bici en la Ciudad Universitaria; en total 31 preguntas. La información de movilidad se refiere al último desplazamiento hacia Ciudad Universitaria. El contacto con la población encuestada se ha realizado a través de su correo electrónico en cada centro. Los responsables de cada universidad o institución enviaron a cada estudiante/trabajador un mensaje institucional con el *link* a la página web donde ha estado alojada la encuesta. La descripción del cuestionario es como sigue:

##### **a. Módulo I: Datos Socioeconómicos**

En este apartado se exponen las características de los encuestados, usuarios y no usuarios de la bicicleta como modo de transporte. Contiene preguntas referidas a la edad, sexo, actividad económica, nivel de ingresos y actitud ante el uso de la bicicleta. Se pretende obtener un perfil tanto del usuario frecuente como del esporádico, según sus características socio-demográficas. Con este patrón, se identifican las tendencias

---

<sup>19</sup> La cifra difiere de las 112.871 personas reportadas el censo poblacional realizado en Capítulo 2 por una hipótesis de ajuste respecto a los centros de los cuales no se disponía de datos.

de quiénes utilizan la bicicleta, a partir de qué edad y su relación con la actividad laboral, formación, disponibilidad de vehículo privado, etc. Asimismo, se pretende determinar si el perfil tipo del usuario diario tiene como factor determinante la ausencia de otro tipo de vehículo en el hogar.

**b. Módulo II: Identificación de viajes**

La primera necesidad de la encuesta es conocer la movilidad de la muestra, tanto hacia la zona como dentro de la misma. Este módulo se divide en dos partes: la primera se refiere a la movilidad con origen y destino Ciudad Universitaria, y la segunda a la movilidad interna en la ciudad universitaria. Para la primera, se requiere disponer de la información de origen y destino, los tiempos de viaje y la cadena modal que el usuario llevó a cabo ese día. En cuanto a la movilidad interna, es preciso conocer las distancias, el motivo de viaje, los modos utilizados para los desplazamientos y el tiempo empleado en cada uno de ellos. Por ello, se pregunta al encuestado sobre el modo de transporte de que se han servido para llegar hasta la ciudad universitaria y, una vez allí, como llegó a su Centro, Escuela o Facultad. En esta fase es importante distinguir bien los conceptos “viaje” y “etapa”, por lo que se incluye una nota aclaratoria para los usuarios.

**c. Módulo III: Movilidad en Bicicleta**

En este apartado se trata de estimar qué proporción de personas que transitan por la ciudad universitaria utiliza la bicicleta, la frecuencia de uso y los motivos principales para desplazarse en dicho modo. Este apartado permite calcular el total de usuarios de bicicletas, calculando el porcentaje de usuarios adultos (mayores de 18 años) de los diversos segmentos frente al total de la población.

**d. Módulo IV: Tendencias al uso de la bici en Ciudad Universitaria**

Este apartado plantea la posibilidad de realizar la última etapa del viaje hacia la Ciudad Universitaria en bicicleta. También se propone al encuestado utilizar la bicicleta para desplazamientos internos. Caso de ser negativa una de las respuestas, se preguntará las condiciones que necesita para el cambio a este modo. Este módulo aporta información importante para los fines de este estudio, dado que muestra la disposición a utilizar el servicio y a realizar más viajes internos en caso de disponer de bicicletas públicas.

### **3.1.6. Desarrollo de la encuesta online**

**a. Procedimiento**

La encuesta se ha desarrollado a través de internet. Para ello, se enviaron por correo electrónico al personal vinculado a la Ciudad Universitaria invitaciones a participar en la encuesta. Como incentivo, se sortearon 10 bicicletas entre los participantes y se regalaron 1000 bandas reflectantes a los primeros 1000 participantes.

Accediendo a la página web <http://unibici.org/> se pueden cumplimentar las preguntas elaboradas previamente por el equipo investigador, mejoradas con la encuesta piloto. Cuando la pregunta es técnicamente relevante, la encuesta no permite respuestas en blanco, con lo que se asegura que cada encuestado complete el cuestionario en su

totalidad. En el anexo I se recoge el cuestionario utilizado. El ámbito temporal del desarrollo de la encuesta corresponde a los meses de abril-julio del año 2008.

#### **b. Tasa de rechazo**

Indica la cantidad de encuestas que no fueron completadas en su totalidad. En este caso, se consideró adecuada una tasa de rechazo del 22%, dado el tamaño de muestra y el nivel de error, inferior al 2%.

### **3.1.7. Estratificación y muestreo**

A través de la encuesta on-line se ha recogido una muestra de 3.048 personas, lo que con un intervalo de confianza del 95%, supone un error estadístico de 1.78%. Se ha utilizado un muestreo probabilístico, estratificado por zonas de transporte y centros o facultades. Este método de muestreo presenta la ventaja de poder analizar la variabilidad de las respuestas dentro de cada grupo y entre los grupos. Además, el uso del muestreo estratificado mejora la precisión de las estimaciones, si cada estrato es internamente homogéneo, que es nuestro caso, en el que los marcos de muestreo disponibles están divididos en sub- poblaciones, que pueden ser utilizadas para la estratificación (Martínez 2004).

En el diseño de muestreo estratificado se define el tamaño de la muestra y el reparto de los estratos  $n_h$  según el tamaño de estos en el censo de población. En primer lugar, se determinaron zonas de transporte, según el tiempo de viaje declarado desde la estación/parada de transporte público hasta la facultad o centro -en total 10 zonas de transporte-; es decir, los centros a los cuales se accede en tiempos similares forman una zona. La proporción de la sub muestra en cada zona debe ser igual que la proporción en la población. Paralelamente, se realizó una estratificación por centros. Según la actividad a la que se dedica el centro (docencia, investigación, servicios universitarios y administración del Estado) se han determinado 11 tipologías. Dentro de estas tipologías, a su vez, se dividen los centros por facultades, de manera que se tienen 144 centros/facultades y, dentro de cada centro, se determina el número de estudiantes y profesores, para establecer la proporción de estos colectivos en la sub muestra.

El tamaño de la muestra en cada estrato está en proporción al tamaño del estrato en la población. Este muestreo conlleva unos errores muestrales mínimos, que no alcanzan el 2% en cada estrato (Ver Tabla 36 en el Anexo II).

### **3.1.8. Representatividad de la muestra. Ajuste post-estratificación**

Cuando la muestra no se ajusta a las características de la población, se considera la necesidad de re-ponderar o equilibrar la muestra. La re-ponderación consiste en asignar un peso a cada observación al objeto de que algunas características importantes tengan, cuando se estiman los parámetros, el mismo peso que en la población original (Grande & Abascal, 2005).

Una vez tomada la muestra, se observa que los grupos por ocupación y centros no tienen una representación en la muestra semejante a su participación en la población, en otras palabras: la estructura de la muestra no se corresponde con la de la

población, pues hay más trabajadores y menos estudiantes de lo que de cabría esperar. Hay personas que no han respondido porque han sido menos accesibles, por no recibir el cuestionario o porque no les interesaba la cuestión, mientras que hay otros grupos sobre-representados.

Cuando la muestra es estratificada, o existen grupos de comportamiento diferente, el porcentaje en cada respuesta se obtiene ponderando los grupos, lo que se denomina ajuste pos-estratificado. Este ajuste parte de la base de que las respuestas deben estar distribuidas en la encuesta en la misma proporción que se encuentran en el censo. La re-ponderación mejora la calidad de las estimaciones, se corrigen los sesgos y se suavizan los resultados.

Contamos, asimismo, con la variable de control ocupación, a través de la cual se puede constatar que existen diferencias entre muestra y población respecto a dicha característica. Se considera la población dividida en esos estratos y se realiza una estratificación a posteriori. Teniendo en cuenta que hay un 78% de estudiantes y un 22% de trabajadores, y que las proporciones deben ser 69% y 31%, se ajusta el estimador ( $y$ ) en base a las proporciones de la población (ver Tabla 37 en el Anexo II). Esto se consigue multiplicando cada estimador de estrato ( $y_{st}$ ) por el cociente según la proporción en base a la población ( $n_i/n$ ), y sumando los estimadores ( $y_{st}$ ) de los estratos ( $i$ ). La desviación estándar se reducirá si la estratificación se realiza correctamente.

### 3.2. Presentación de resultados de la encuesta

En este apartado se realiza la explotación de la información, atendiendo a variables de naturaleza diversa, que según su naturaleza estadística se han clasificado en: cualitativas, nominales o categóricas, como el sexo (hombre o mujer), la disponibilidad de coche (tener o no), la disponibilidad de bicicleta, etc., y métricas o cuantitativas, como el tiempo de viaje, el número de viajes internos realizados en Ciudad Universitaria, etc.

En este apartado se estudian las variables relacionadas directa o indirectamente con uso de la bici como modo de transporte en el campus universitario, divididas en tres tipos:

1. Variables *objetivo* del estudio: son aquellas que miden las opiniones y la tendencia de los encuestados a utilizar el sistema de bicicleta pública en Ciudad Universitaria, tales como uso de la bici, viajes internos, barreras para el uso de la bici, motivaciones para el uso, etc.
2. Variables que, aun cuando no miden directamente el objetivo, se encuentran relacionadas con el propósito del estudio, como el origen del viaje, los motivos en origen y destino, el modo de transporte utilizado, etc.
3. Por último, variables que caracterizan al encuestado, es decir, aspectos socioeconómicos y otras características permanentes.

### 3.2.1. Aspectos socio-económicos

El objetivo de este apartado es evaluar la representatividad de la muestra para realizar los ajustes de lugar cuando sea necesario. En este sentido, con el resumen y las estadísticas se sabe qué personas han contestado a la encuesta y se decide si es necesario re-ponderar. Los datos presentados en este apartado corresponden al Módulo I del cuestionario elaborado como instrumento de medición.

#### **a. Población**

La población de la Ciudad Universitaria, según el censo realizado, asciende a 118.101 personas. Según la ocupación, este valor se distribuye como sigue: un 76,13% de estudiantes, un 13,68% de personal vinculado a la universidad y un 10,19% de personal no vinculado a la universidad.

#### **b. Edad y sexo**

En la población según edad, ocupación y sexo, vinculada a Ciudad Universitaria predominan los estudiantes, género masculino, edad 18-24 años. En general, la población muestra como moda (valor que se repita con más frecuencia) el grupo de edad entre 18-24 años. El personal no vinculado ronda el 12%, compuesto mayormente por hombres mayores de 31 años, mientras que el personal vinculado a la universidad posee una mayor proporción, cerca del 33%, aunque muestra características similares en cuanto a las distribuciones de las edades.

#### **c. Nivel de Estudios**

La muestra expandida indica que la población predominante corresponde a la categoría de Máster, postgraduado o doctorado (31%), seguido, en orden de frecuencias, por los niveles de Bachillerato y Licenciado.

#### **d. Disponibilidad de Turismos**

Según las zonas de transporte utilizadas para el estudio, la disponibilidad de turismos en la población de Ciudad Universitaria indica que el 52% de los turismos se encuentran en el Paraninfo y Av. Complutense.

### 3.2.2. Movilidad en Bicicleta

Analizando la movilidad en bicicleta, se observa que poco más de la mitad de la población no utiliza la bicicleta para desplazarse habitualmente (57%), lo cual se aprecia con más frecuencia en mujeres que en hombres. La no disponibilidad de bici se relaciona directamente con la frecuencia en el uso: las personas que no tienen bici el 85% de las veces manifestaron nunca utilizar la bici para desplazarse. Sin embargo, el uso manifestado por la parte de población que disponen de bici es considerablemente bajo: sólo el 3,5% ha señalado que la utiliza a diario. Estos usuarios frecuentes están representados mayormente por hombres, de entre 18 y 24 años. Aunque es una proporción muy baja, junto al 1% de las mujeres, representa el 2,2% de la población (aproximadamente, 2.300 personas).

Con estos resultados, se puede profundizar en el uso de la bici en relación a la frecuencia con la cual se utiliza, al objeto de analizar dicho uso para ir al lugar de estudio o trabajo, que es, justamente, el enfoque de UNIBICI.

<i>¿Con qué frecuencia utiliza la bicicleta para desplazarse?</i>	<i>¿Cuál es el motivo más habitual por el que utiliza la bicicleta?</i>		
	<b>Ir al trabajo</b>	<b>Ir al lugar de estudios</b>	<b>Ocio/paseo</b>
<b>Nunca</b>	0%	12%	0%
<b>Una vez al mes</b>	4%	22%	<b>31%</b>
<b>De dos a tres veces al mes</b>	<b>45%</b>	22%	<b>34%</b>
<b>Una vez a la semana</b>	5%	8%	14%
<b>De dos a tres veces por semana</b>	<b>35%</b>	<b>23%</b>	17%
<b>A diario</b>	<b>10%</b>	14%	3%

Tabla 9. Frecuencia de uso de la bici y 3 motivos de uso

El uso de la bici se da con mayor frecuencia para la movilidad de ocio/paseo, y muy escasamente para ir al trabajo o al lugar de estudios, 8% y 10% respectivamente, siendo más frecuente el uso de la bicicleta, por estos dos últimos motivos, entre personas que presentan una alta frecuencia en el uso de la bici en general.

Los usuarios cuyo motivo más habitual es ocio/paseo son, mayoritariamente, ocasionales: de una a tres veces al mes, lo que significa que el usuario diario de la bici no la utiliza para ocio/paseo, sino para movilidad ligada al estudio o al trabajo.

#### **a. Disponibilidad de bicicleta**

Si bien es cierto que la disponibilidad de la bicicleta es distinta en los grupos de edad estudiados, con frecuencia se tiende a relacionar la posesión de bicicleta con grupos de edad entre 18 y 24 años. Sin embargo, sorprende ver el alto número de personas entre 24 y 31 años que tienen bici, y es que cabe resaltar que la posesión de bici no implica el uso: la disponibilidad se refiere a la posibilidad de utilizar el recurso sea propio o no, de manera que no todas las personas que tienen bici, la utilizan.

Se ha observado que en Ciudad Universitaria, entre los grupos de edad 18-24 y 25-30, las frecuencias en cuanto a posesión de bici son semejantes, 45% y 40% respectivamente. El porcentaje de personas que tiene bici es aún mayor en el grupo de edad 41-55 años, 44%. A partir de los 56 años tener bici es menos frecuente, 43% del grupo 56-65 años tiene bici, y en mayores de 65 años, el 33%. En la Ciudad Universitaria el 43 % de la población se encuentra entre 18 y 24 años, lo cual coincide con el alto número de personas que tiene bici, 45%.

Un análisis más detallado muestra que los hombres tiene mayor disponibilidad de bici que las mujeres en todas las edades, aunque las diferencias no son marcadas: 49,04% entre los hombres, frente al 41,15% entre las mujeres. Por estratos de edad estas cifras varían: el 48% de los hombres y el 42% de las mujeres de entre 18-24

años dispone de bicicleta; entre 25-40, estas cifras son del 45% y 38,07%; entre 41-55 años la diferencia crece del 64% en los hombres al 39% en las mujeres que disponen de bicicleta; y, pasados los 55 años, la disponibilidad de bici empieza a reducirse, llegando al 49% y 34% en hombres y mujeres, respectivamente. A partir de los 65 años, este porcentaje es aún menor: 29% en hombres, y casi irrelevante en las mujeres.

#### ***b. Factores que condicionan el uso de la bicicleta***

Para identificar las principales barreras que pueden limitar el uso de la bicicleta, se ha solicitado la valoración de la importancia de los factores explicativos de la movilidad en bicicleta, en una escala de 1 a 6, donde 1 equivale a “nada importante” y el 6 es “fundamental”.

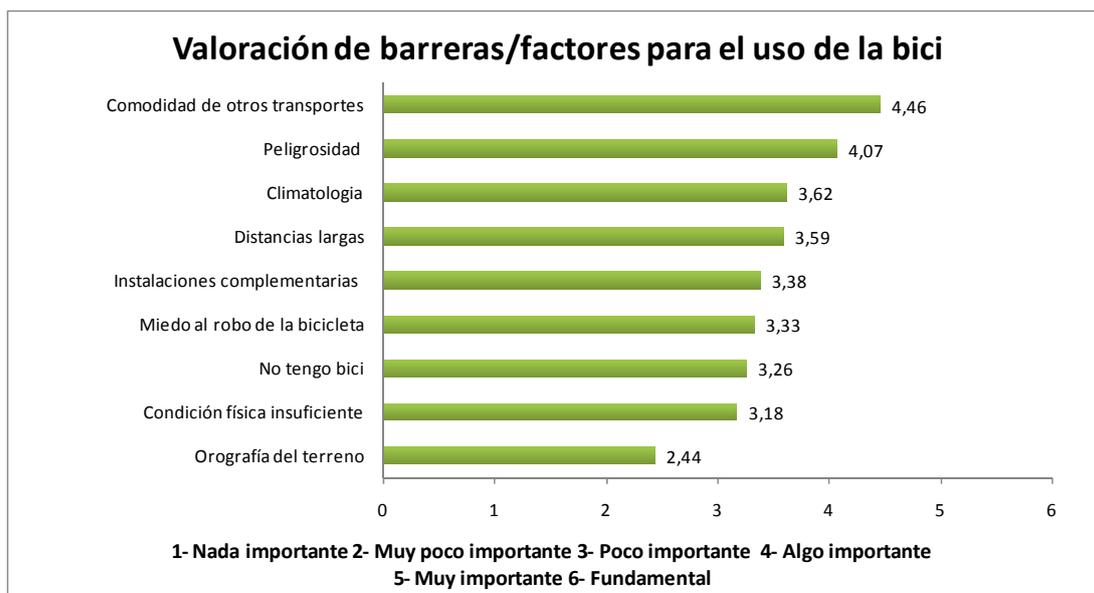
Existen dos tipos de factores/barreras que llevan a utilizar la bici menos de lo deseado, o a no utilizarla: tangibles e intangibles. Son barreras/factores tangibles, las instalaciones complementarias, como lugar para guardar la bici y la existencia duchas en el destino, entre otros; la orografía del terreno, la posesión de la bicicleta y la condición física. Se consideran barreras/factores intangibles, la peligrosidad de la bici, el miedo al robo y la comodidad que ofrecen otros modos de transporte.

En sentido general, las barreras/factores más importantes son intangibles, como la comodidad de usar otros transportes (principalmente el coche), y la peligrosidad de la bicicleta, factores que alcanzan 4,46 y 4,07 como valoración media; le siguen barreras tangibles como las limitaciones climáticas y las distancias largas, con una valoración media de 3,62 y 3,59, respectivamente. Las instalaciones complementarias, el miedo al robo de la bicicleta y la posesión de la bicicleta son factores menos importantes. Por último, las barreras menos valoradas son la orografía del terreno y la condición física insuficiente, con 3,18 y 2,44, respectivamente.

La condición física se encuentra relacionada con la edad<sup>20</sup>: el 23,40% de quienes consideran esta barrera fundamental tiene entre 25 y 30 años, y el 61,44% tiene más de 31 años. Esta valoración se complementa con la valoración de la comodidad de los modos de transporte alternativos. A su vez, esta percepción de mayor comodidad en otros transportes se encuentra estrechamente relacionada con la disponibilidad de coche.

---

<sup>20</sup> Ver Tabla 15 en el Anexo II. Análisis del la demanda potencial



**Gráfico 2 Valoración de las barreras ante el uso de la bici (valores medios)**

En el análisis estadístico de las barreras se aprecia que en las barreras 1 (comodidad de usar otros transportes), 5 (instalaciones complementarias) y 7 (no tengo bici), la media y la mediana difieren entre sí, cambiando de una escala a otra en la valoración 1-6. Es siempre recomendable calcular ambas medidas, que diferirán mucho entre sí cuando la distribución sea muy asimétrica, lo que sugiere heterogeneidad en los datos. En estos casos, la media es más conservadora que la mediana, pues presenta valores menores en la valoración, razón por la cual se ha utilizado la media en el análisis de este apartado<sup>21</sup>.

Según los test estadísticos realizados, existe relación entre las variables de ocupación (estudiante y trabajador) y la valoración de las barreras; relación bastante débil en todos los casos, pero positiva en diferentes magnitudes: en general las valoraciones (de 1 a 6) aumentan en el grupo de trabajadores.

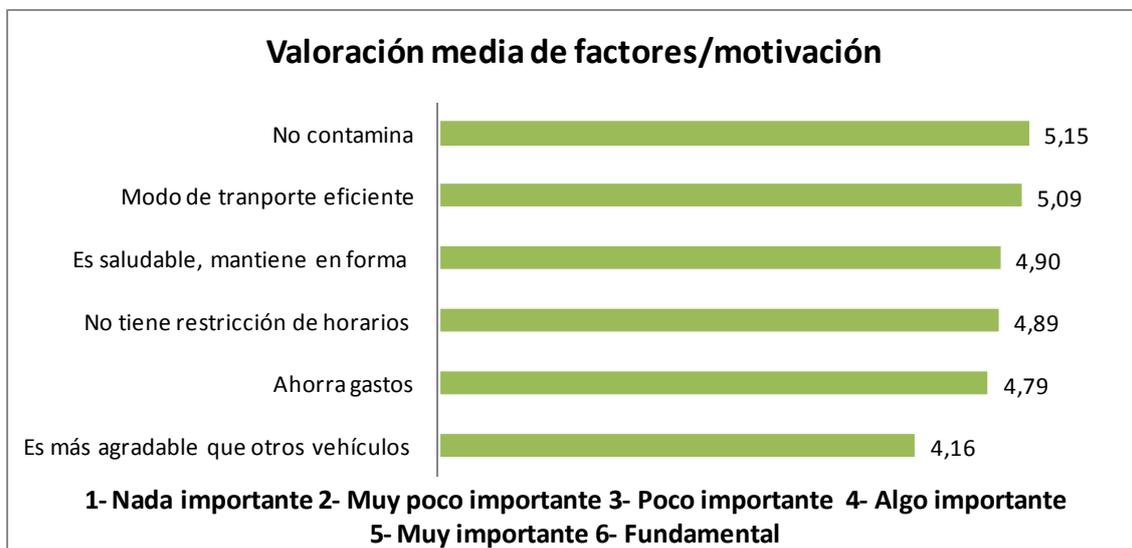
### ***c. Motivaciones para el uso de la bici***

Actualmente la movilidad en bicicleta es un tanto elevada. Así, de las personas que tienen bici, el 30,19% la utiliza al menos una vez por semana. Teniendo o no bicicleta, el 28,95% de quienes utilizan la bici, afirma utilizarla frecuentemente para ocio/paseo, mientras que el 21,63% la emplea para hacer ejercicio, y sólo el 4,96% utiliza la bici habitualmente para desplazarse hacia el trabajo.

La principal motivación de las personas para la elección del modo bicicleta es su sostenibilidad ambiental y sus efectos favorables para la salud (46% de los encuestados). Además, se considera la bicicleta como un modo de transporte eficiente, que evita problemas de tráfico y permite el transporte puerta a puerta sin búsqueda de aparcamiento (41% de las respuestas).

<sup>21</sup> Ver histogramas de frecuencias para barreras de uso de la bici desde el Gráfico 26 hasta el Gráfico 34, en el Anexo II.

Otros aspectos que favorecen el uso de la bici son: el ahorro en gastos de transporte, la no restricción de horarios, y que mantiene en forma. Sin embargo, en escasas ocasiones la bicicleta se considera como modo más agradable o divertido que otros.



**Gráfico 3. Valores medios de los factores que condicionan o motivan el uso de la bicicleta**

En conclusión, los usuarios de Ciudad Universitaria presentan un marcado interés por la bici como medio de fomentar un entorno más limpio lo que, junto con la eficiencia funcional del modo, conlleva que la población de Ciudad Universitaria haga uso frecuente de la bici con distintos motivos según los grupos de edad y sexo, tal como se describe en el apartado *Perfil del Usuario*.

### 3.2.3. Movilidad con destino hacia Ciudad Universitaria

Los apartados siguientes resumen las características más importantes de la movilidad en Ciudad Universitaria, con la información recogida en el Módulo II del cuestionario, que trata de la Identificación de Viajes respecto al último desplazamiento realizado hacia la Ciudad Universitaria.

#### a. Origen del viaje

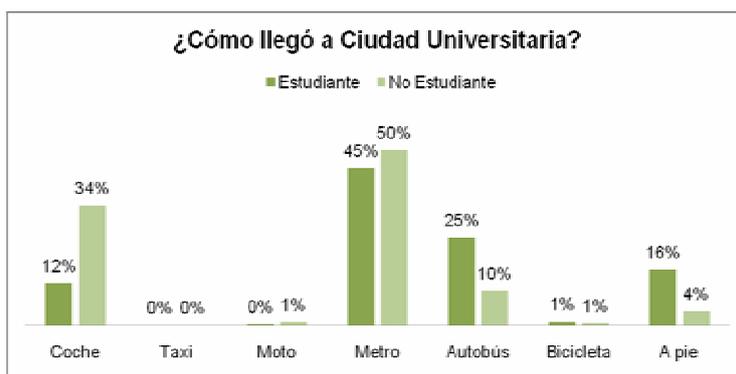
El 98% de los viajes que se realizan diariamente hacia la Ciudad Universitaria se originan dentro del Municipio de Madrid. Asimismo, los viajes originados en el hogar son aproximadamente el 70%, lo que indica que son parte importante de la movilidad con destino a la Ciudad Universitaria. A la vista de estos resultados, se han utilizado como punto de partida los viajes originados en el hogar para analizar el vínculo entre la movilidad en bicicleta y el origen del viaje o zona de residencia.

El Gráfico 35 del Anexo II presenta el análisis del uso de la bicicleta en función del lugar de residencia: Almendra, Periferia, Metropolitana y Regional. Se observa que los residentes en la Almendra de Madrid tienen patrones de movilidad en bicicleta distintos a los de las Coronas Metropolitana y Regional. Y es que los motivos de uso de la bicicleta son distintos: en zonas menos céntricas, es más frecuente el uso de la bici

para ejercicio o deporte y ocio/paseo, mientras que en la Almendra destaca el uso de la bici para ir al lugar de estudios o de trabajo.

**b. Modos de acceso a Ciudad Universitaria y dispersión hasta el centro o facultad**

Se trata de los modos de transporte utilizados para llegar a Ciudad Universitaria. El 47% de las personas utiliza el Metro para llegar a la zona de estudio, 19% el coche, y el 1% de viajes se realiza en bicicleta<sup>22</sup>. Un aspecto importante es la elevada participación del transporte público, que alcanza un 67% del total de los desplazamientos diarios: metro 47% %, el autobús (EMT e interurbano) 20% y 0,14% el taxi.



**Gráfico 4. Modos de acceso a la Ciudad Universitaria según ocupación: Estudiantes y no estudiantes**

En el Gráfico 4 se aprecia que el coche es el modo de acceso más utilizado por los no estudiantes, esto es, trabajadores, muy de acuerdo con la alta disponibilidad de coche que presenta este grupo, mientras que en el transporte público, principalmente en el Metro, las diferencias entre ambos grupos no son tan marcadas. Nótese que los viajeros en coche incluyen coche como conductor y coche acompañante.

Otros aspecto importante en la movilidad con destino hacia la Ciudad Universitaria es el modo de dispersión. A los fines de este documento, se define como modo de dispersión el modo de transporte utilizado para acceder a la facultad o centro de destino una vez que el viajero llega a Ciudad Universitaria. Los modos de dispersión utilizados son: autobús, bicicleta y a pie. El 85% de los viajeros, que accede en metro, se dispersa a pie desde el metro hasta la facultad o centro, y el 15% en autobús. Para los usuarios del autobús, el reparto es aún más notable en los desplazamientos a pie: el 96% se dispersa a pie y el 4% en autobús. La tabla siguiente muestra los porcentajes de los modos de dispersión para los modos de acceso metro y autobús.

MODO ACCESO		MODO DISPERSIÓN
Coche	19%	27.198
Taxi	0%	201

<sup>22</sup> Ver Gráfico 36 del Anexo II

<b>Moto</b>	1%	<b>789</b>		
<b>Metro</b>	47%	<b>67.041</b>	Autobús	15% 9.539
			A pie	85% 57.503
<b>Autobús</b>	20%	<b>29.363</b>	Autobús	4% 1.284
			A pie	96% 28.079
<b>Bicicleta</b>	1%	<b>1.118</b>		
<b>A Pie</b>	12%	<b>17.664</b>		

Tabla 10. Relación de viajes por modos de transporte para acceso a Ciudad Universitaria y dispersión hasta el centro o facultad

La estación de metro más concurrida es *Ciudad Universitaria*. A esta estación llega el 73% de los viajeros que acceden en metro, a *Moncloa* el 11%, a *Metropolitano* el 10% y a otras estaciones el 6%. Por tanto, la estación *Ciudad Universitaria* se configura claramente con el punto central de un sistema de préstamo de bicicleta.

La hora punta de la estación *Ciudad Universitaria* ocurre entre las 9 y 10 am, quintuplicando la demanda de las dos estaciones siguientes: *Moncloa* y *Metropolitano*. En la primera, la hora punta es más temprana, a las 7 y 9 am, mientras que en *Metropolitano* está menos concentrada -se extiende entre 10.00 y 12.00.

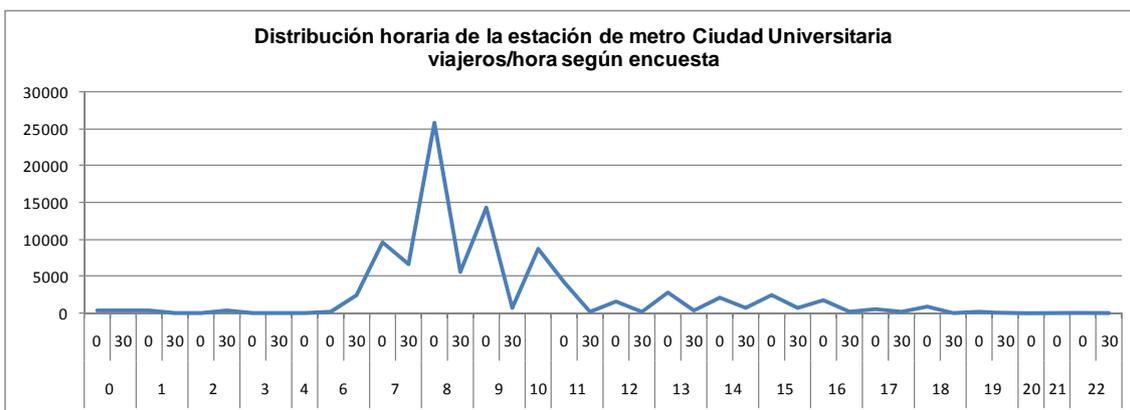


Gráfico 5. Frecuencia por hora de llegada a la estación de metro Ciudad Universitaria

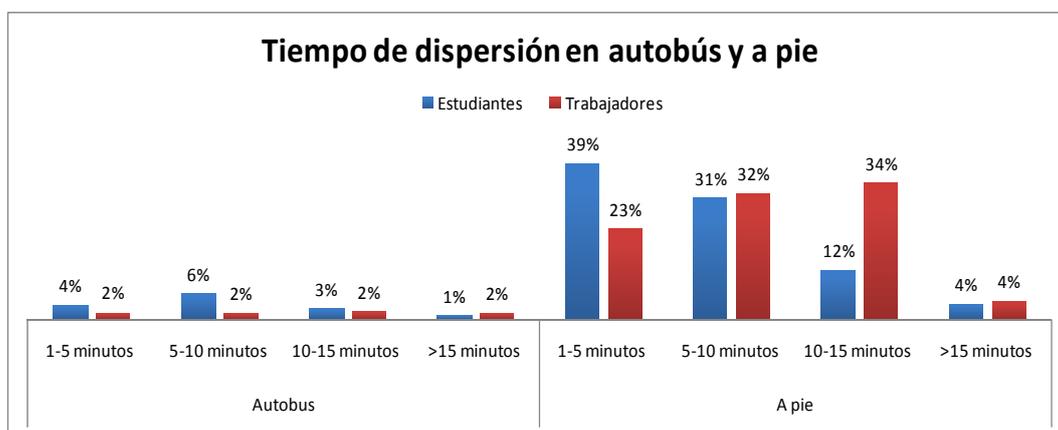
La curva horaria de la estación *Metropolitano* presenta puntos atípicos: a las 11:15 y 13:50. Corresponden a la Facultad de Educación y al Hospital Universitario San Carlos. En ambos centros se han recopilado pocas encuestas y los factores de expansión son muy elevados. Asimismo, en la estación *Metropolitano*, se observa a las 7:30 un punto atípico proveniente del Hospital Universitario San Carlos<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> La Facultad de Educación tiene 6.250 personas, y se recogieron 36 encuestas. El Hospital Universitario San Carlos, 4.800 empleados, 4 encuestas. Para ir a Educación utilizan las estaciones *Metropolitano* y *Ciudad Universitaria*. Asimismo, para el Hospital San Carlos, utilizan *Moncloa* y *Metropolitano*, por lo que no se puede asumir que todos los empleados y trabajadores de estos dos centros se encuentren representados en las puntas del gráfico.

### c. Tiempo de dispersión a la facultad o centro

Existe relación entre el tiempo de dispersión y el modo de transporte, ya que las personas tienden a utilizar modos motorizados para viajes de mayor distancia para así reducir la duración. Tal es el caso de Ciudad Universitaria, donde las personas utilizan más el autobús cuando el tiempo de viaje supera los 10 minutos, mientras que para distancias cortas se desplazan a pie. Asimismo, existe un “umbral” de distancia de viaje para cambiar de modo, específicamente al modo bicicleta, posibilidad analizada en este apartado.

Globalmente, el 85,23% de los viajes de dispersión se realizan a pie (122.000 viajes), así como el 91% de los viajes de menos de 5 minutos. Agrupando los viajes por modo, tal como se observa en el gráfico, vemos que los viajes de 1-5 minutos son más frecuentes a pie que en autobús: 44,72% a pie frente al 25,35% en autobús, siendo el autobús utilizado con mayor frecuencia en los viajes de 5-10 minutos: 42,40% en autobús frente al 33,26% a pie. Igualmente, los viajes superiores a 15 minutos son más frecuentes en autobús (11,03%) que a pie (6,27%).



**Gráfico 6. Tiempo de Dispersión a pie y en autobús desde la estación/parada de transporte público**

Hay un elevado porcentaje de viajes en autobús que duran menos de 5 minutos - 25,35%- transferibles a la bici o a pie. El cambio modal reduciría el tiempo a 2 minutos o menos. Asimismo, los viajes que se realizan a pie en menos de 10 minutos, 77,98%, también son potencialmente transferibles a la bici: globalmente, un 76% del total, es decir, 108.000 viajes potenciales para el modo bici.

Un trayecto relativamente corto es más susceptible de hacerse en bicicleta; si es muy breve, se realizará a pie; si es más largo, en autobús. Existe, por tanto, una significativa relación entre el tiempo de dispersión hasta llegar al centro de destino y la disposición a usar UNIBICI (ver Gráfico 37 y Gráfico 38). Esto es porque la distancia es un factor muy influyente en la elección modal y el tiempo de viaje aumenta o reduce las posibilidades de cambiar de modo de dispersión. En definitiva, los usuarios potenciales más dispuestos a utilizar UNIBICI son los que realizan desplazamientos de dispersión de 5-10 minutos en autobús y >15 minutos a pie.

Sin embargo, según las relaciones de variables realizadas, es mucho más probable que los usuarios del autobús cambien a la bicicleta en comparación con los que van

andando. La tendencia a utilizar un sistema de bicicleta pública *diariamente* en la etapa de dispersión presenta valores mayores en los usuarios de autobús.

### 3.2.4. Movilidad interna de Ciudad Universitaria

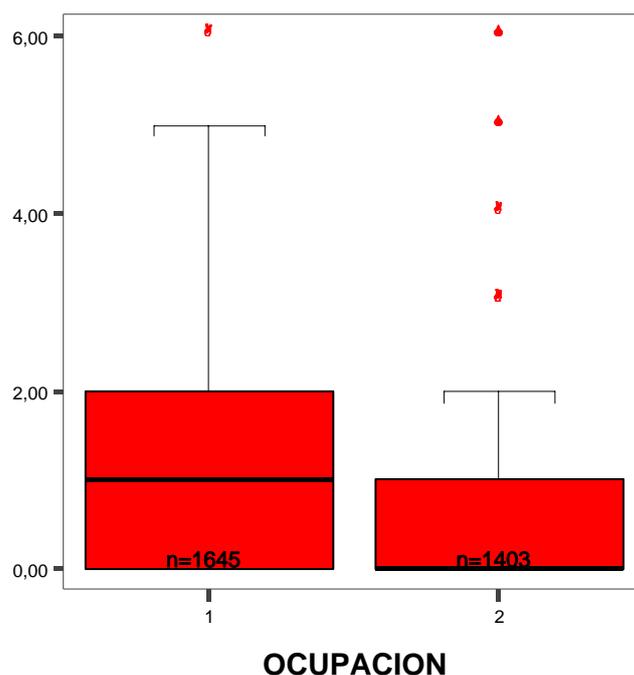
En este apartado se analizan los viajes internos realizados en Ciudad Universitaria. Posteriormente, se agrupan según la ocupación (estudiantes y trabajadores).

<i>Estadísticos descriptivos</i>	
N	3.048
Mínimo	0,00
Máximo	6,00
Media	0,92
Desv. típica	1,20
Varianza	1,45
Asimetría	1,74
Curtosis	3,53

**Tabla 11. Estadísticos para viajes internos**

En la Tabla 11 se observa que la media de viajes internos/día para quienes viajan corresponde a 0,92 viajes/día. Con una desviación típica de 1,20 viajes/día, esto representa una dispersión superior al valor de la media e indica datos heterogéneos en el grupo. Por tanto, se han dividido los viajes internos en dos categorías: estudiantes y trabajadores. La Tabla 41 del Anexo II muestra las medias para ambos grupos, y el que presenta mayor media de viajes internos/día es el de estudiantes, que realiza 1,06 viajes/día, frente a los 0,76 viajes/día de los trabajadores. Además, el grupo estudiantes presenta mayor variabilidad que los trabajadores, lo que indica que tienen patrones menos definidos: algunos realizan un viaje, dos, tres o ninguno. El Gráfico 41 muestra las frecuencias relativas de viajes internos para ambos grupos (estudiantes y trabajadores).

A la vista de estos resultados se concluye que existe una relación significativa entre la media de viajes y la ocupación y, en general, ambas categorías tienen una elevada dispersión. A continuación, se presenta el diagrama de caja y bigotes para la variable "viajes internos". Esta vez se ha dividido el análisis en tres categorías: estudiantes, personal vinculado y personal no vinculado, estos dos últimos trabajadores. El diagrama de cajas representa: dentro de las cajas el rango del 50% de los valores, 25% a cada lado de la mediana (Q1 y Q3); los corchetes son los datos típicos mayor y menor; los puntos son los datos atípicos y sus identificadores, y la marca dentro de la caja es la mediana.



**Gráfico 7. Diagrama de caja y bigotes para viajes internos según ocupación: estudiantes y trabajadores (1: *Estudiantes*; 2: *Trabajadores*)**

El gráfico de cajas utiliza cinco estadísticas de la distribución de frecuencias: el mínimo, el primer cuartil, la mediana, el tercer cuartil y el máximo. El gráfico nos da información acerca de los datos apartados y nos indica la simetría o asimetría de la distribución. En este caso, los datos son bastante asimétricos, más aún en el grupo de trabajadores. Este gráfico, junto a los valores de curtosis (mayor de 4), nos indica que la distribución no es normal.

#### **a. *Motivos de viajes internos***

El 23% de los viajes internos realizados son por motivo “estudiar”, motivo más frecuente, que se produce en un 98% por estudiantes, que suponen el 29% de los estudiantes que realizan viajes internos. Los motivos “biblioteca” y “ocio/paseo” siguen la misma tendencia, y se desarrollan mayormente por estudiantes. Ocurre lo contrario con el motivo de viaje interno “trabajar”. En este contexto, en los viajes internos se involucran más los estudiantes, que realizan el 77% de los viajes dentro del campus (Ver Tabla 42 del el Anexo II).

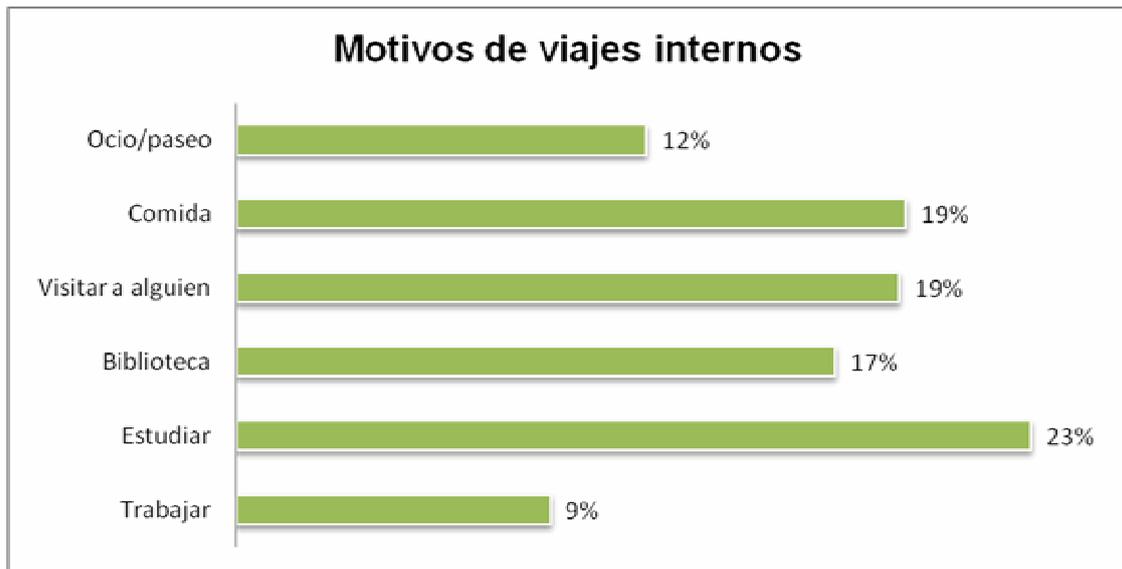


Gráfico 8. Motivos de viajes internos

Sin embargo, los datos obtenidos indican que cerca del 48% de las personas encuestadas no realiza ningún viaje interno en el día, lo que reduce las posibilidades de utilizar la bicicleta pública en la movilidad interna.

**b. Modos de transporte en viajes internos**

Los modos de transporte estudiados son: Metro, Autobús, Coche, Bicicleta y A pie. La movilidad Interna se encuentra caracterizada por los viajes a pie, tal como se observa en el gráfico siguiente.

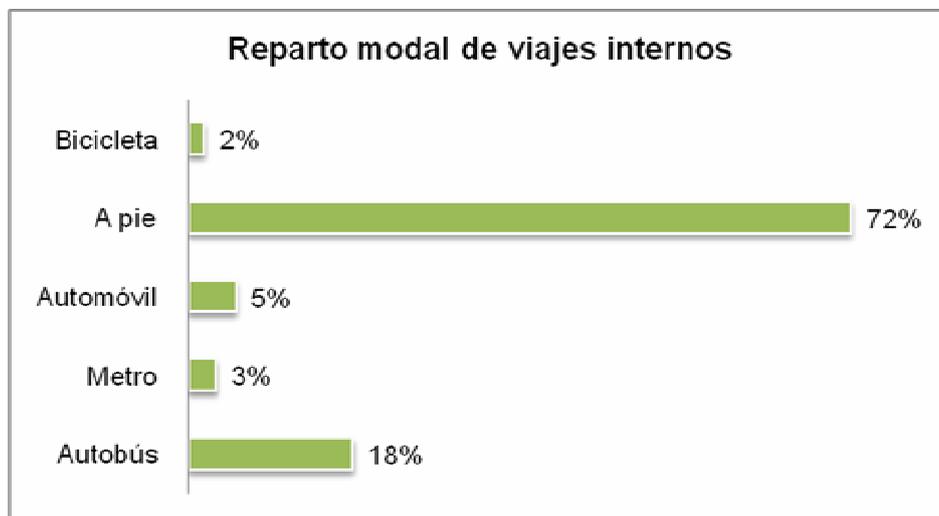


Gráfico 9 Reparto Modal de Viajes Internos

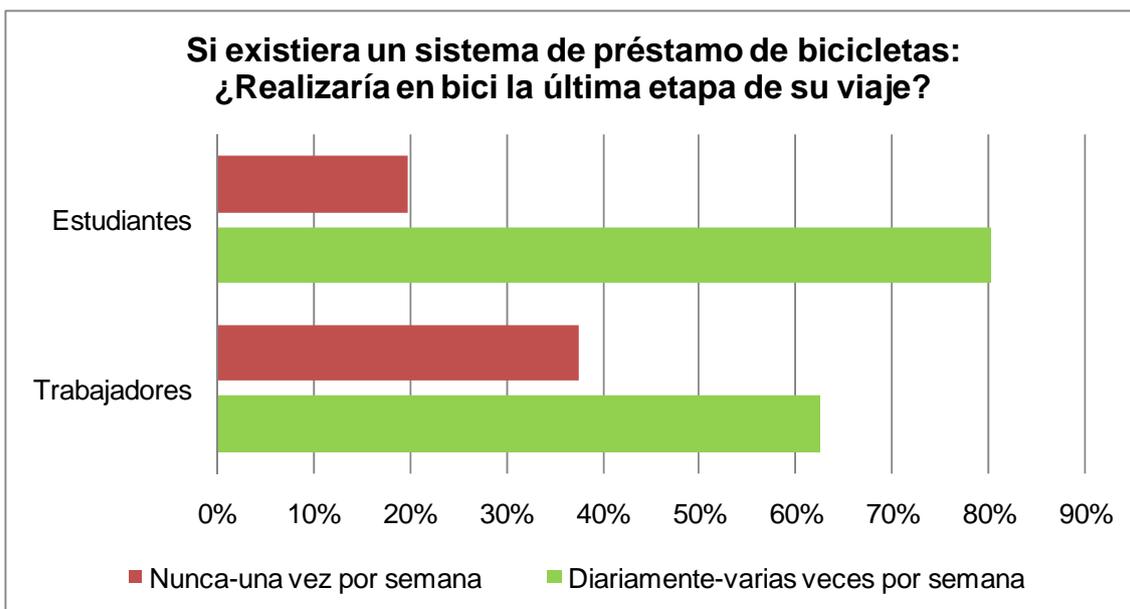
Los viajes realizados “A pie” suponen el 72% del total, seguido en orden de preferencia por los viajeros, del autobús, con un 18% de los viajes. Cabe resaltar que, al analizar los modos de transporte en los viajes internos, los estudiantes realizan el 74% de viajes a pie, 17% en autobús, 4% en coche, 3% en metro y 2% en bicicleta. Este hecho revela cierta tendencia a la movilidad interna en bicicleta, dejando abierta la posibilidad de incrementar la participación de la bici pública en el reparto modal.

Asimismo, se observa una marcada participación de viajes a pie que pueden ser transferidos a la bici.

En este sentido, los motivos y modos de viajes internos influyen en la tendencia a utilizar UNIBICI. Se ha analizado la disponibilidad de los posibles usuarios según el modo de transporte que utilizan para los desplazamientos internos. Partiendo de este análisis se concluye que, en el ámbito de la movilidad interna, UNIBICI tendría unos 43.000 usuarios potenciales diariamente (45% de la población), incluyendo aquellos que actualmente no realizan viajes internos, pero que manifiestan disposición a utilizar el sistema. Los más involucrados son los actuales usuarios de bici y los que se desplazan a pie (18.000 usuarios en total), ver Gráfico 42 del Anexo II.

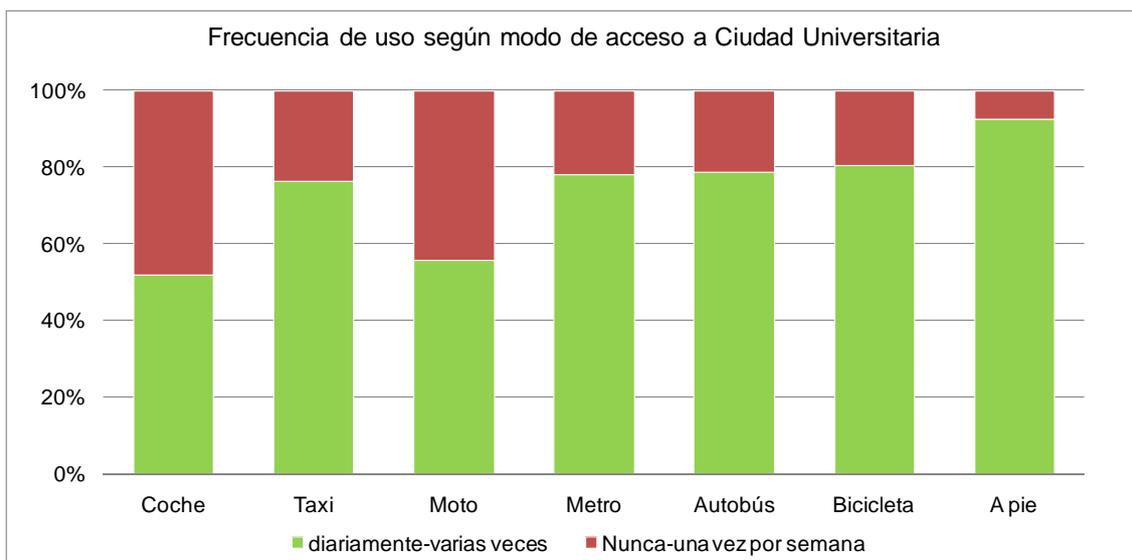
### 3.2.5. Tendencias al uso de la bicicleta en Ciudad Universitaria

En términos generales, el 75% utilizaría el sistema diariamente o varias veces por semana, lo que supone que un 40% de la población estaría dispuesto a usarlo diariamente. Los estudiantes son los más dispuestos, pues el número de futuros usuarios que usarían el sistema diariamente o varias veces por semana en este grupo es mayor que en los no estudiantes o trabajadores.



**Gráfico 10. Usuarios dispuestos a usar un posible sistema de préstamo de bicicletas en caso de existir**

Es normal en la puesta en funcionamiento de los sistemas de préstamo de bicicletas, que el mayor número de usuarios provenga de los que realizan trayectos largos a pie y en transporte público. Sin embargo, es destacable la elevada proporción de usuarios del coche dispuestos a utilizar el sistema, que asciende a un 50% en el caso de varias veces por semana y hasta un 20% en el caso de diariamente.



**Gráfico 11 Usuarios potenciales según modos de acceso a la Ciudad Universitaria**

Estos valores son bastante altos si tenemos en cuenta la reticencia del viajero del coche al traspaso modal. La moto posee algunas de las características que hacen atractiva a la bicicleta frente al coche, como son la ausencia de exposición a la congestión o la facilidad de aparcamiento.

### 3.2.6. Aumento de la movilidad con la implementación del sistema

En términos generales, existe un mayor número de usuarios dispuestos a utilizar el servicio para viajes internos que para usos del sistema como última etapa modal, lo cual indica que responde a una demanda de viajes internos en la Ciudad Universitaria actualmente.

El 81% de los individuos de la Ciudad Universitaria realizaría los viajes internos diariamente o varias veces por semana utilizando UNIBICI. Este 81% se divide en 43.000 posibles usuarios (46%), que utilizarían UNIBICI con una frecuencia diaria y 33.000 (35%), con una frecuencia de varias veces por semana.

En este sentido, se ha analizado el impacto que tendría la implementación de UNIBICI sobre la movilidad interna de la Ciudad Universitaria. Los resultados de la encuesta indican que, globalmente, el 74% de la población realizaría más viajes internos con la puesta en marcha de UNIBICI. Si desglosamos este 74% en estudiantes y trabajadores, se observa en el grupo de estudiantes una mayor disponibilidad a aumentar la movilidad interna respecto a los trabajadores. El 81% de los estudiantes afirma que realizaría más viajes internos con la puesta en marcha del sistema, y sólo el 19% no modificaría la movilidad interna. Cuando se trata de trabajadores, el 60% manifiesta que realizaría más viajes internos por semana, mientras que el 40% no cambiaría, tal como se observa en el gráfico siguiente.



Gráfico 12. Usuarios que realizarían más viajes internos con la puesta en marcha de UNIBICI según la ocupación.

### 3.2.7. Escenarios para la implantación de UNIBICI

Para definir las características que debería tener el sistema UNIBICI de préstamo de bicicletas, se ha planteado a los encuestados una serie de escenarios acerca de las infraestructuras necesarias y la estructura tarifaria del sistema.

#### a. Infraestructuras

Se han planteado cinco escenarios para evaluar la disponibilidad en términos de frecuencia de uso del sistema ante la variación de sus características. En este análisis es importante notar que todos los escenarios tienen, en general, acogida superior a 30.000 usuarios con frecuencia diaria, con excepción del Escenario 2, donde no se ofrece carril bici y los puntos de préstamo están alejados. Otro aspecto a tener en cuenta es el impacto que tiene disponer o no de carril bici, factor asociado a la percepción de peligrosidad de la bicicleta por parte de los usuarios<sup>24</sup>.

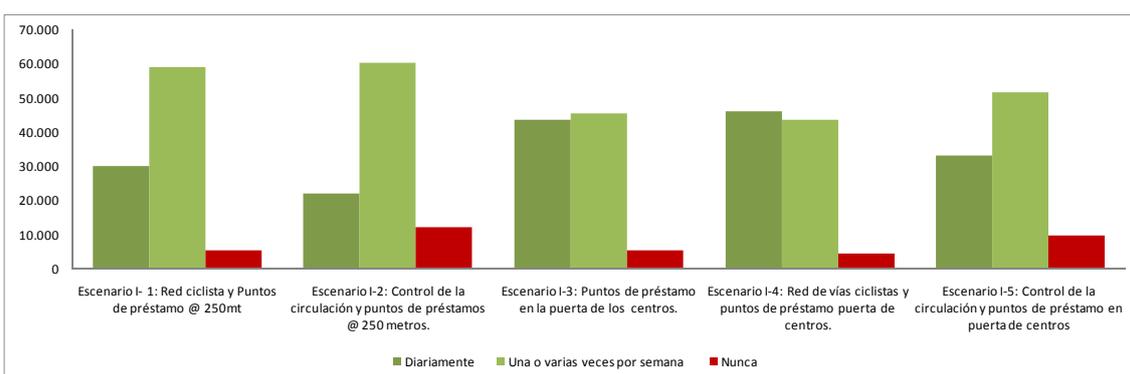


Gráfico 13. Escenarios de infraestructuras y niveles de aceptación

Los Escenarios 3 y 4 presentan mayor disponibilidad al uso del sistema de bici pública diariamente, con 43.000 y 46.000 usuarios diarios respectivamente, de lo que se

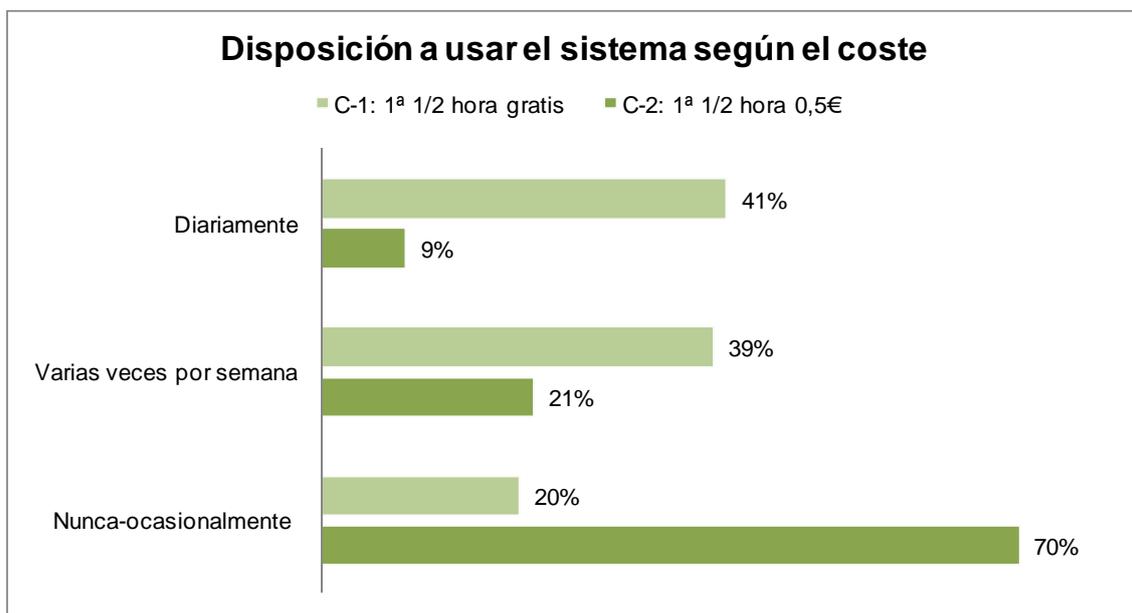
<sup>24</sup> Ver Tabla 43 en el Anexo II

deduce que la localización de los puntos de préstamo en la puerta de los centros genera efectos positivos en el uso del sistema y debe ser tomado en cuenta en el diseño y dimensionamiento.

### **b. Costes para el usuario**

El segundo grupo de alternativas a los que se enfrentó a los encuestados, se refiere a los costes que estarían dispuestos a asumir para aceptar usar el servicio. En ambos escenarios se parte de que habría que inscribirse en el sistema UNIBICI con un coste anual de 15 euros. Las dos alternativas de gestión serían:

- Primera 1/2 hora gratis, posterior 1 euro/hora (Escenario 6)
- Primera 1/2 hora 50 cent., posteriores 1 euro/hora (Escenario 7)



**Gráfico 14. . Disposición a utilizar el sistema UNIBICI según los escenarios de coste propuestos**

Tiene mayor aceptación el sistema cuyo coste incluye la primera media hora gratis, lo cual es absolutamente lógico, con un 41% de usuarios diarios (38.500). En este sentido, dadas las marcadas diferencias entre los escenarios planteados (gratuito o no), se ve que el aspecto económico es importante e influye en las decisiones de los usuarios.

Quienes en el Escenario 6 (primera media hora gratis) declaran ser usuarios diarios, cambian considerablemente en el Escenario 7 (primera media hora 50 cent.), mientras que ocurre lo contrario en el caso de usuarios *varias veces por semana*, que mantienen sus preferencias aun cambiando el escenario. Asimismo, sólo el 6% (6.000 usuarios) utilizarían el sistema diariamente bajo cualquiera de los dos condiciones de coste. Similar a este porcentaje de uso *diario*, es el porcentaje alcanzado en los casos en que no se utilizaría *nunca*, con un 5% , bajo ninguna de las dos condiciones de coste.

### 3.2.8. Síntesis de resultados de la encuesta

En la planificación del transporte, uno de los primeros pasos es estudiar la relación entre la oferta y la demanda, y ahí las encuestas representan la primera aproximación a esta relación. Asimismo, en el presente estudio la encuesta se ha desarrollado paralelamente al análisis de accesibilidades en el inventario de infraestructuras, correspondiente a los desplazamientos peatonales y ciclistas en la Ciudad Universitaria de Madrid. Esta información forma la base de la modelización y diseño.

El desarrollo de la encuesta permite analizar el perfil de movilidad en la Ciudad Universitaria, estudiando las variables que son significativas y las relaciones entre los distintos factores que condicionan el uso de la bici. Un análisis más exhaustivo se realiza en la primera etapa de la modelización de la demanda, que tiene como expresión espacial la propuesta de infraestructuras.

Del análisis estadístico descriptivo de la encuesta UNIBICI se obtienen datos relevantes para los pasos posteriores, que se presentan a continuación a modo de resumen:

- La implantación de un sistema de bici pública en Ciudad Universitaria es un proyecto con altas expectativas de desarrollo. En función de los aspectos socioeconómicos, movilidad y uso de la bici pública, podemos caracterizar la población en los términos siguientes:
  - Como cabría esperar, predomina el grupo de ocupación estudiantes (cerca del 60% de la población).
  - La mayoría de ellos de género masculino, con rango de edad entre 18-24 años. Las mujeres son el 41% de la población, predominando el grupo de edad entre 18-24 años. En definitiva, tanto en hombres como en mujeres la edad predominante se encuentra entre 18-24 años.
  - La población que dispone de bicicleta se compone principalmente por hombres, con ligeras diferencias entre hombres y mujeres. En ambos casos, el grupo de edad predominante corresponde a 18-24 años, de ocupación estudiantes.
- Cerca del 70% de la población utilizaría diariamente o varias veces por semana el sistema de préstamo para realizar la última etapa de su viaje, desde la estación de metro/bus de acceso a la ciudad universitaria. Más elevada sería la utilización para la movilidad interna: 81 %.
- La implementación de UNIBICI incrementaría la movilidad interior, ya que el 74% de los encuestados afirma que realizaría mas viajes de existir este sistema, y un 14% realizaría más desplazamientos diariamente.
- La principal motivación radica en la sostenibilidad ambiental del modo, evitar problemas de tráfico y usar un transporte puerta a puerta. Es decir, las personas eligen la bici no porque sea más agradable que otros vehículos ni porque mantiene en forma, sino por cuestiones ambientales como las mencionadas anteriormente y para evitar las restricciones de horarios y frecuencias.

- Funcionalmente, son cuestiones limitativas la peligrosidad de la bici y las distancias. Son obstáculos menos importantes la orografía del terreno y la comodidad de usar otros transportes. La condición física y la disponibilidad de la bici es casi irrelevante, al contrario de la necesidad de instalaciones complementarias. Esto nos indica que los posibles usuarios de UNIBICI consideran la Ciudad Universitaria de Madrid una zona donde se puede ir en bici sin necesidad de una vía exclusiva en todos los itinerarios, dato que se tendrá en cuenta en el diseño.
- La estación de metro principal es Ciudad Universitaria, adonde llega el 77% de los viajeros, mientras que a Moncloa llega el 9%, a Metropolitano otro 9%, y a otras estaciones de metro, un 3%. La hora punta de la estación Ciudad Universitaria ocurre a las 9 am, quintuplicando la demanda de las dos estaciones restantes. En Moncloa y Metropolitano se produce la hora punta entre 9.00 y 11.00, mientras que en Moncloa es a las 8.00. Debido a este nivel de demanda, la estación de Ciudad Universitaria se considerará como punto preferente para el préstamo de bicicletas.
- Existe una elevada movilidad interna, pues la media general es de 0,92 viajes por persona/día. Seccionados por zona de estudio o trabajo, las zonas con mayor movilidad son la Av. Complutense (1,09 viajes/día), Moncloa (1,07 viajes/día) y Paraninfo (0,93 viajes/día). En segundo plano se encuentran la zona de Juan de Herrera (0,82 viajes/día) y Puerta del Hierro (0,79 viajes/día). En este mismo orden el sistema UNIBICI asigna mayor número de bicicletas a las zonas con mayor movilidad. Atendiendo a estos parámetros de movilidad, se deducen las zonas de mayor preferencia para la ubicación de los puntos de préstamo según la movilidad interna. Estos datos serán confirmados en la modelización de la demanda.
- El motivo de viaje interno más frecuente son los estudios (40%), viaje que se realiza mayormente a pie - 72% de los casos, lo que implica un elevado número de usuarios potenciales para el modo bicicleta. Los viajes internos para estudiar y visitar a otras personas son los predominantes, y muy importantes a la hora de diseñar los horarios y la disponibilidad de bicicletas en los puntos de préstamo.
- La evaluación de los escenarios indica que la cercanía de los puntos de préstamo es más significativo a la hora de utilizar con mayor o menor frecuencia el sistema de bicis, que la existencia de vía ciclista, si bien la disposición de carril bici no deja de ser un factor importante para los usuarios.

Sin lugar a dudas, la zona de Ciudad Universitaria tiene un alto potencial de usuarios de la bicicleta en préstamo, lo que mejoraría aún más con medidas de templado del tráfico que garantizaran la velocidad moderada de los automóviles.

El desarrollo y análisis de la encuesta representa el paso previo de la modelización de la demanda y, parcialmente, del diseño y dimensionamiento del sistema UNIBICI, por lo que, para obtener un resultado específico, se requiere del análisis espacial y la modelización de la demanda, la estimación de la demanda, objetivo

de este estudio. En este sentido, con la información analizada en la encuesta y el inventario se procede a desarrollar los pasos posteriores de modelización y diseño del sistema, propuestos en los apartados 3.3 y 4.

### 3.3. Modelo de viajes en bicicleta

#### 3.3.1. Planteamiento del modelo

A la hora de plantear un modelo que *parametrice* la realidad, es importante conocer el contexto y el planteamiento de las preguntas que se quieren resolver con el funcionamiento del modelo. El proyecto UNIBICI estudia la viabilidad de implantar un sistema de préstamo de bicicletas que complete la oferta de movilidad de la Ciudad Universitaria y, un primer paso en el estudio, es conocer la demanda potencial de uso, para lo cual es necesario acudir a técnicas de análisis de la demanda.

En la actualidad no hay ningún sistema de transporte basado en la bicicleta ni en la Ciudad Universitaria ni en Madrid, lo que complica el hecho de aventurar cuál sería la demanda. Sin embargo, de los resultados de la encuesta, podemos inferir que el sistema tendría una excelente acogida entre sus futuros usuarios. Es necesario, por tanto, ser cautelosos en las prognosis a realizar y contar con elementos que permitan estudiar detenidamente el comportamiento de esos futuros usuarios.

Por todo ello, se decidió que la modelización de la demanda permitía ciertas ventajas, como la posibilidad de ver diferentes respuestas a posibles cambios en el planteamiento del sistema, así como *objetivizar* el comportamiento de los futuros usuarios a partir de sus respuestas subjetivas

La estimación de la demanda de uso de este sistema de bicicletas es un paso ineludible, pero no exento de incertidumbres y complejidad; incertidumbres propiciadas por el escaso uso de la bicicleta en el campus, por la cultura limitada sobre este vehículo en España y, especialmente, en Madrid, o por la operatividad de un sistema como este, cuando se maneja un volumen previsible de viajes muy elevado para una superficie relativamente concentrada.

En definitiva, se está planteando una solución innovadora en un contexto en el que no hay referente alguno. De esta forma, se debe plantear el ejercicio de estimar una demanda, que es prácticamente inducida al 100% sobre un sistema con el que la mayoría de los usuarios no están familiarizados.

En estos casos, la literatura científica apunta a la elaboración de *experimentos* de preferencias declaradas (Ortúzar, 2000) , pues la mayoría de modelos de generación agregados se desarrollan sobre la base de una situación inicial y se calibran posteriormente con las observaciones sobre los cambios que se producen como consecuencia de las actuaciones llevadas a cabo (Wardman *et al.* 2007).

Sin embargo, las limitaciones del presente estudio, tanto en tiempo como en recursos, hacen inviable un análisis de semejante profundidad, por lo que se ha optado por proponer un modelo de elecciones discretas sobre el uso del sistema UNIBICI, basado en la encuesta de preferencias reveladas con diversos escenarios, expuestos ya en apartados anteriores. Con este planteamiento se conseguirá responder a la pregunta

de cuál será la demanda inducida, dejando para posteriores análisis el conocimiento profundo de cómo interactúa dicha demanda en la distribución modal y la asignación de viajes.

En resumen, la puesta en funcionamiento de un sistema de préstamo de bicicletas (UNIBICI) requiere un dimensionamiento del mismo, para lo que es necesario conocer la demanda futura que generará el sistema, así como los factores que incidirán en sus posibles variaciones.

En definitiva, el modelo de demanda de UNIBICI pretende dar respuesta a los siguientes objetivos:

- Estimar la demanda de viajes del sistema UNIBICI.
- Conocer los factores más influyentes en la variación de la demanda del sistema.
- Disponer de una herramienta para predecir la demanda cuando cambian dichos factores.

Es importante señalar que en el proyecto UNIBICI sólo se ha modelizado la demanda de acceso a la Ciudad Universitaria, es decir, los viajes que cubren la última etapa de la cadena modal del usuario que va desde su lugar de origen hasta un centro de la Ciudad Universitaria, quedando fuera de la modelización los viajes internos, es decir, los que se realizan con origen y destino en el interior de la Ciudad Universitaria.

#### ***a. Estructura teórica del modelo***

Para conocer la demanda potencial de uso de la bicicleta no es suficiente atender a las respuestas directas de los encuestados, pues la puesta en marcha del servicio modifica las condiciones de contorno bajo las cuales esas respuestas fueron obtenidas. Por ello, es necesario modelizar el comportamiento de los usuarios y sus respuestas a los diferentes factores que inciden en el uso del servicio de préstamo.

Existen diferentes referencias en la modelización del transporte. En este caso, solo se quiere conocer la demanda futura del sistema, por lo que el objetivo último del modelo es conocer cuántos usuarios y qué usuarios tomarían el sistema de préstamos de bicicletas como alternativa de elección. Este planteamiento ha hecho que se opte por un modelo de tipo econométrico de elecciones discretas, por entender que es el que más aportará en cuanto a riqueza de modelización para el objetivo buscado (Ortúzar, 2000) .

Es un modelo que obtiene como resultado el número de viajes que se generarían en bicicleta pública si el sistema se pusiera en marcha, y en función de qué modalidad se elija, teniendo en cuenta los factores relevantes para la decisión individual de cada usuario.

Para ello, ha sido necesario modelizar el comportamiento de los usuarios en dos etapas. Siguiendo el hilo argumental indicado, en la caracterización de los usuarios de la bicicleta, se modeliza en una primera fase si los individuos son susceptibles de usar la bicicleta como modo de transporte y están abiertos al uso de un sistema de préstamo de bicicletas. Con todo, que el usuario esté dispuesto a usar la bicicleta no

es determinante, por sí solo, para que la use, sino que es necesario enfrentarlo a las condiciones concretas del servicio para saber si, finalmente, cambiará su alternativa actual de cadena modal por otra que integre a la bicicleta pública. Para conocer este punto se ha desarrollado un segundo submodelo.

Uno de los primeros pasos a resolver en el modelo es la zonificación. En nuestro caso es importante que la zonificación sea lo más pequeña posible, pues eso permite hacer un análisis de la demanda lo más detallado posible. Hemos partido de una zonificación en la que cada centro de la Ciudad Universitaria forma una zona, comprobando, como se puede contrastar en apartados anteriores, que esta zonificación cuente con significación estadística suficiente, con un error menor al 2% para los centros considerados. De esta forma, se puede trabajar con viajes generados o atraídos según cada centro.

A continuación, se codificaron las variables convirtiendo las variables cualitativas de la encuesta en cuantitativas, y aquellas que son discretas se han convirtieron en conjuntos de variables *dummy* binarias para facilitar la modelización. También se hizo un estudio de correlaciones entre las variables para comprobar la independencia explicativa entre ellas.

A continuación, se expone con más detalle cada una de las etapas del ejercicio de modelización.

### 3.3.2. Susceptibilidad al uso de la bicicleta

Se ha considerado oportuno plantear el modelo en dos etapas. La primera etapa modeliza si el usuario es susceptible de usar el sistema, es decir, si está abierto a usar el sistema *a priori*. Se entiende que la bicicleta es un modo de transporte que puede tener cierto factor de rechazo *per se*.

Para ello, se han empleado las variables que tienen que ver con los factores socioculturales, más aquellas que reflejan el comportamiento y la actitud, como base de la modelización del comportamiento ante la bicicleta. Con ellas se ha creado una variable latente “susceptibilidad al uso del sistema UNIBICI por el usuario” con la siguiente formulación {{43 Greene,William H. 2003}}:

$$y' = \theta + \beta_i x_i + \varepsilon$$

Donde:

- $\theta$ : constante que mide el atractivo inherente de UNIBICI
- $\beta_i$ : factores de ponderación de cada variable a estimar
- $x_i$ : variables psicosociales seleccionadas
- $\varepsilon$ : error aleatorio independiente

Esta variable latente se ha ajustado mediante un modelo logit binario. Así, la variable final toma valores según la siguiente expresión: si el valor es 1 el usuario será

susceptible de usar la bici si las condiciones del sistema son las oportunas, y 0 si el usuario no usaría el sistema independientemente de dichas condiciones:

$$y = \begin{cases} 1 & \text{si } y' > 0 \\ 0 & \text{si } y' \leq 0 \end{cases}$$

Para ajustar este *logit* se ha utilizado una variable creada a partir de la respuesta obtenida de la encuesta sobre si el usuario utilizaría el sistema UNIBICI. Dentro de dichas respuestas, se han considerado solamente aquellas cuya frecuencia de uso era diariamente. Esta decisión se justifica por la necesidad de filtrar el *efecto deseo* que se produce en las respuestas de los usuarios cuando se les enfrenta ante un sistema nuevo.

En la búsqueda del modelo que mejor ajustara se han descartado algunas variables que no aportaban mucho. También se ha jugado con varios ajustes y agrupación de variables, hasta encontrar la formulación del logit que mejor ajustaba la variable obtenida en la encuesta. En el siguiente cuadro podemos ver algunos de los parámetros de la salida del modelo final:

Número de observaciones	2.555
Iteraciones	8
Máxima verosimilitud base	-1130,295
Función de máxima verosimilitud	-971,743
Pseudo $\rho^2$	0,14
Criterio AIC	0,79

**Tabla 12. Parámetros del submodelo psicosocial**

Finalmente, no se ha considerado oportuno incluir la constante  $\theta$  pues debido a la alta variabilidad y a que no hay una alternativa de contraste en este modelo, dicha constante *absorbe* gran parte de su potencia explicativa. En la siguiente tabla se pueden ver los valores de los coeficientes ajustados en el modelo, así como la media de estas variables. Es importante la combinación de ambos factores, pues nos da una referencia rápida de la importancia explicativa entre variables. La consideración única del coeficiente de la variable no es válida, ya que no todas las variables toman el mismo rango de valores.

Variable	Coefficiente	t std	p(z)	Media
Edad	-0.077	0.863	0.3879	2.29
Sexo	0.131	-1.031	0.3025	0.61
Soltero	-1.395	2.000	0.0455	0.59
Casado	-1.061	1.420	0.1556	0.24

Variable	Coefficiente	t std	p(z)	Media
En pareja	-1.054	1.474	0.1406	0.14
Divorciado	-0.730	0.857	0.3913	0.01
Tam Hogar	-0.077	1.437	0.1507	3.28
Postgraduado	1.075	-2.435	0.0149	0.26
No universitario	0.546	-1.255	0.2096	0.32
Diplomado	0.976	-2.131	0.0331	0.12
Licenciado	0.877	-2.008	0.0446	0.28
Ingresos	-0.095	1.384	0.1663	2.66
Prof. univ.	-0.470	2.736	0.0062	0.37
Bici	0.239	-1.898	0.0577	1.50
Mot.O casa	-0.327	2.112	0.0347	0.79
Interurbano	1.114	-2.063	0.0391	0.02
Metro	0.477	-2.044	0.0409	0.36
Bus	0.539	-2.031	0.0423	0.14
Coche	0.185	-0.790	0.4297	0.28
Pie	0.461	-1.542	0.1230	0.09
Mot.F casa	0.097	-0.772	0.4401	0.61
Mot.F gestiones	0.704	-1.248	0.2120	0.01
Mot.F personal	0.524	-1.361	0.1735	0.03
Uso bici ocasional	0.938	-3.462	0.0005	0.09
Conoce BP	-0.213	1.747	0.0806	1.50
Peligrosidad	-0.054	1.353	0.1760	4.08
Condición física	-0.054	1.165	0.2440	2.07
Limitaciones clima	-0.067	1.423	0.1547	3.62
Vandalismo	0.029	-0.703	0.4822	3.31
Necesidad instal.	0.140	-3.277	0.0010	4.43
Confort	-0.162	3.723	0.0002	2.79
Eficiencia	0.131	-1.738	0.0821	5.07
No restricciones	0.113	-1.655	0.0980	4.86
Costes	0.117	-2.098	0.0359	4.77
Saludable	0.134	-1.984	0.0473	4.88
Lúdico	0.197	-3.752	0.0002	4.13

**Tabla 13. Variables usadas en la primera etapa del modelo**

Los elementos que influyen sobre la susceptibilidad al uso de la bicicleta son numerosos, como se puede deducir de la tabla anterior. Algunos de ellos no han dado buen resultado en el *test de student*, pero se ha optado por mantenerlos, pues su *p-value* sí era bueno, garantizando su significación. Además, su eliminación restaba capacidad de ajuste a la modelización, pues afectaba a la función de verosimilitud significativamente.

Una vez ajustado el valor del parámetro de las variables, se ha calculado el de la variable latente creada y para las observaciones recogidas en la encuesta. Si el valor es 1, se continúa con el proceso de modelización; por el contrario, si el valor es cero se asume que los usuarios correspondientes a esa observación son de los que no se plantean el uso del sistema UNIBICI, independientemente de las características de éste.

### 3.3.3. Elección modal en la última etapa del viaje.

El siguiente paso dentro del proceso seguido para conocer cuál será la demanda potencial del sistema UNIBICI, fue modelizar qué usuarios seleccionarían la bicicleta entre las alternativas disponibles en la etapa final de su viaje. Dentro del universo de usuarios, hay que eliminar aquellos que realizan el viaje en transporte privado, pues la información recogida en la encuesta no arroja datos suficientes para enfrentar esta alternativa al resto de alternativas que combinan transporte público con otros modos.

Por lo tanto, se ha modelizado la elección modal para aquellos usuarios que llegan a la Ciudad Universitaria en algún modo de transporte y, una vez allí, deben resolver la última etapa de su viaje. Las alternativas para resolver esta última etapa son: transporte público (autobús), hacer la etapa a pie, o bien la nueva alternativa propuesta: usar la bicicleta pública proporcionada por UNIBICI.

Por restricciones de tiempo en el estudio y en el período hábil para realizar encuestas, no ha sido posible diseñar un experimento de preferencias declaradas, que hubiera sido lo más aconsejable en un caso como este, donde se pregunta al encuestado sobre un modo de transporte que no conoce en la realidad. De esta forma, se le habría podido enfrentar a diversas alternativas en función de las respuestas dadas en su encuesta de preferencias reveladas, que hubieran permitido relacionar su elección modal final con diversas variables que cambiarían según cada alternativa.

En lugar de esta metodología, pues, se ha optado por incluir un módulo dentro de la encuesta de preferencias reveladas, donde se introducían diferentes escenarios en los que se jugaba con las diferentes condiciones del sistema, tales como: la distancia entre las bases de préstamo, el coste, el control de velocidad para los automóviles en el campus o la segregación de vías ciclistas. Estos escenarios nos han permitido extraer diferentes observaciones para cada individuo, enriqueciendo la calidad de los datos de entrada en el modelo. La respuesta a cada escenario planteado por el individuo sobre la variable que se ha ajustado supone una nueva observación.

La otra variable introducida en la modelización, ha sido el tiempo actual que el usuario emplea en hacer la última etapa desde la llegada a la Ciudad Universitaria hasta su centro de trabajo. Este tiempo es tiempo percibido por el usuario.

Con estas variables, se ha planteado un modelo *logit multinomial*, a partir de unas funciones de utilidad que toman las variables indicadas en los párrafos anteriores. La variable a ajustar se ha construido a partir de la respuesta de los usuarios a la pregunta de si usarían el sistema UNIBICI, que varía en cada escenario. Se han tomado para la modelización las respuestas que indicaban una frecuencia diaria, quedando del lado conservador como ya se ha justificado en el apartado anterior.

La función de utilidad en este caso es la disposición a usar el modo pie o el modo autobús frente a la bicicleta para realizar la última etapa de la cadena modal de quienes llegan a la Ciudad Universitaria en transporte público.

$$u(\text{alternativa}J) = \theta_j + \beta_{ij} \cdot x_{ij} + \varepsilon_j$$

Donde:

$u_j$  : es la utilidad de usar el modo j (pie o bus)

$\theta$  : es una constante que recoge la utilidad no explicada por la parte variable propia de cada modo

$\beta_{ij}$  : son los factores a ajustar que afectan a cada variable

$x_{ij}$  : variables para cada alternativa j

$\varepsilon_j$  : error aleatorio independiente de cada alternativa J

Para la obtención de los parámetros del modelo se impone que los coeficientes  $\beta_0$  sean igual a cero. De esta forma la alternativa de la bicicleta es la alternativa de referencia respecto a las utilidades que se obtengan para el bus y el modo a pie. Así, la probabilidad de cada alternativa o modo es la siguiente (Hensher et al. 2005):

$$Prob[\text{modo}J] = \frac{e^{\beta_{ij} \cdot x_{ij}}}{\sum_{m=0}^j e^{\beta_{im} \cdot x_{im}}}, j = 0, 1, 2$$

En el siguiente cuadro podemos ver algunos de los parámetros de la salida del modelo final:

Número de observaciones	9.310
Iteraciones	6
Máxima verosimilitud base	-8.582,602
Función de máxima verosimilitud	-7.953,174
Pseudo $\rho^2$	0,08
Criterio AIC	1,71

**Tabla 14. Parámetros del submodelo de elección modal**

Más interesante es comprobar los factores que para cada función de utilidad obtienen las variables con las que trabaja el modelo (recordemos que estos factores son aplicables a la función de utilidad del modo pie y el modo bus sobre la utilidad de referencia de la bicicleta).

Variable	Coefficiente	t std	p(z)	Media
Factores para el modo pie				
Constante	0.242	4.018	0.0001	
Tiempo	-0.073	-13.279	0.0000	6.94
Dist. bases	0.002	12.352	0.0000	142.85
Coste	4.721	18.063	0.0000	0.07
Segregación	0.114	1.964	0.0495	0.28
Control Velocidad	0.665	10.989	0.0000	0.28
Factores para el modo bus				
Constante	-2.029	-18.725	0.0000	
Tiempo	-0.000	-0.093	0.9262	6.94
Dist. bases	0.002	6.897	0.0000	142.80
Coste	4.979	15.518	0.0000	0.071
Segregación	0.110	1.050	0.2938	0.285
Control Velocidad	0.734	7.190	0.0000	0.285

**Tabla 15. Variables usadas en la segunda etapa del modelo**

En este caso, se ha optado por mantener la constante. Vemos cómo en el caso del autobús es bastante alta y de signo negativo, lo cual implica que este modo tiene cierta imagen negativa para los usuarios frente a la bicicleta. Comprobamos también cómo el tiempo es una variable que resta utilidad a los dos modos respecto de la bicicleta, siendo la más significativa. En el caso del bus vemos que este efecto queda absorbido por la constante, siendo la variable tiempo poco representativa, lo que podría interpretarse como que los usuarios penalizan al autobús básicamente por el tiempo.

Tanto la distancia entre las bases de préstamo como, especialmente, el coste son variables que influyen aumentando la utilidad de ambos modos frente a la bicicleta, lo que se corresponde con la intuición.

No ocurre así con el caso del control de la velocidad o el efecto de las vías segregadas. La intuición dice que estas variables deberían hacer que los modos a pie y bus tuvieran una utilidad menor respecto de la bicicleta. Sin embargo, no es así. Este hecho se ha analizado como un posible error en el modelo, pero se ha comprobado que no existe tal, y que el modelo, lo que hace, es ajustar las observaciones de la encuesta donde, sorprendentemente, la gente ha demostrado tener menos disposición al uso cuando se les ha preguntado por los escenarios donde aparecían estas variables.

Esto puede deberse a un error de los entrevistados al interpretar el cuestionario producido por que, cuando se les preguntaba por el nuevo escenario, no se les repetía el escenario de referencia, pero sí los factores que definían el sistema. De esta forma, efectos como la distancias de las estaciones, han captado la atención del encuestado cuando esta variable no cambiaba y lo que se pretendía era que respondiera a un cambio en las variables sobre control de velocidad en la circulación o sobre segregación de vías. En los escenarios sucesivos, este efecto negativo se ve minimizado, pues el encuestado ya tomaba como referencia el escenario anterior, razón por la cual las variables de distancia de los puntos de préstamo, coste o tiempo sí pueden considerarse correctas.

Una vez considerado estos factores, se construyen las funciones de utilidad para cada modo y para cada observación. De esta forma, las observaciones que superan la primera etapa del modelo se someten a la segunda, y se concluye la probabilidad de usar uno de los tres modos para cada observación. La multiplicación de esta observación por el coeficiente de expansión correspondiente según centro y ocupación (estudiante o no), nos da el número de viajes finales.

### **3.4. Síntesis de resultados del modelo**

Los modelos son una herramienta que posibilita gestionar las observaciones de la realidad que nos circunda, permitiendo simular simplificadaamente los comportamientos medios de los usuarios y, de esta forma, comprobar las tendencias más marcadas que un análisis más cualitativo no aportaría.

En UNIBICI se ha modelizado la demanda en dos etapas. La primera tiene como objetivo percibir la susceptibilidad de los usuarios al uso de la bicicleta de forma general, según sus características psicosociales. Una conclusión inicial de los resultados es que no hay factores determinantes que marquen la disposición de un usuario de usar la bici, sino que la decisión final está compuesta por el equilibrio de un conjunto de percepciones, dentro de las cuales tienen gran importancia las barreras externas que perciben. Con todo, más importante que estas barreras es potenciar las ventajas que ofrece la bicicleta sobre el resto de modos de transporte.

La segunda etapa del modelo busca conocer la respuesta del usuario a cambios en elementos de diseño y gestión del sistema. De esta fase se desprende que la respuesta de los usuarios está más focalizada a factores concretos, como la accesibilidad a los puntos de préstamo, el coste del servicio o el tiempo de la etapa, confirmando que la bicicleta tiene un nicho donde complementa a otros modos como el autobús o el viaje a pie.

### **3.5. Establecimiento de la demanda del servicio de préstamo de bicicletas.**

Como resultado del modelo explicado anteriormente se consigue conocer la demanda potencial del sistema UNIBICI por centros, en los viajes de acceso, demanda notablemente alta. La modelización se ha realizado para el escenario descrito en este estudio de coste inicial gratuito, sin segregación de vías ni control de velocidad. En

esta situación, la única variable de diseño del sistema que influye sobre la demanda es la distancia desde los centros al punto de préstamos más cercano.

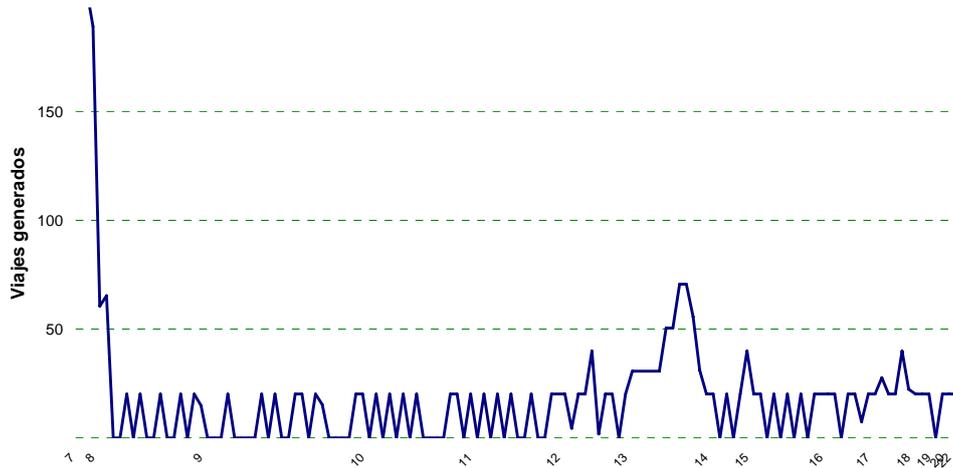
Así, se seleccionaron los emplazamientos de los puntos de préstamos de forma que estén lo más cercano posible al acceso de los centros, siempre y cuando cumplieran una demanda mínima. De esta forma, a todo centro con una demanda mínima se le asignó un punto de préstamo en su acceso, mientras que los que no la tienen se han agrupado compartiendo el punto de préstamos con otros centros hasta justificar dicha demanda mínima, establecida en 100 viajes diarios.

Otro factor importante es la capacidad del sistema y el nivel de saturación. Se ha estimado que el sistema puede aceptar 500 bicicletas en uso en su fase inicial. Sin embargo, los viajes de estas bicicletas están muy polarizados a determinadas horas del día, concretamente en la hora punta de la mañana, en las estaciones de metro de Moncloa, Metropolitano y, especialmente, Ciudad Universitaria.

Esta demanda en una franja horaria tan puntual marca el factor de dimensionamiento. El criterio ha sido asegurar que las bicicletas podrán ser depositadas en el punto de préstamo de destino por aquellos usuarios que llegan en metro y optan por una bicicleta UNIBICI, de manera que ningún usuario se encuentre en la situación de tener que desplazarse a un punto de préstamo distinto del de su centro en el momento de depositar la bicicleta.

Este criterio viene marcado por el funcionamiento horario de las bicicletas en la estación de Ciudad Universitaria, cuyo funcionamiento ha sido necesario modelizar en franjas temporales de 15 minutos para poder dimensionar el sistema, dado que dicha estación acapara, en las primeras horas, prácticamente la totalidad de las bicicletas del sistema en viajes de UNIBICI que parten de allí con destino a los distintos centros, y la continuidad del sistema depende en gran medida de la capacidad de recirculación de las bicicletas; recirculación para la que se emplearán camionetas con un remolque portabicicletas que trasladará las bicicletas desde los centros de destino donde han sido depositadas hasta, nuevamente, la base del metro de Ciudad Universitaria.

Como es fácil imaginar, no todas las bicicletas podrán estar disponibles continuamente en la base de Ciudad Universitaria, por lo que esta limitación marca la restricción propia del sistema a la demanda potencial.



**Gráfico 15. Simulación de viajes generados por hora en Metro Ciudad Universitaria.**

En definitiva, el dimensionamiento final del número de puestos de anclaje en cada estación viene marcado por dos elementos: la disponibilidad de bicicletas en cada franja horaria en la base de Ciudad Universitaria, y que los usuarios que accedan a este número de bicicletas limitado tengan la seguridad de poder depositarlas en su estación de destino.

## 4. Dimensionamiento, diseño e implementación del sistema

### 4.1. Propuesta de modelo de funcionamiento

#### 4.1.1. Objetivos: marco institucional y usuario objetivo

Como quedó ya definido, el sistema de bicicleta pública de la Ciudad Universitaria de Madrid, UNIBICI, se enmarca en el ámbito geográfico y administrativo de la Ciudad Universitaria y está promovido por el IDAE, el Consorcio Universitario de la Ciudad Universitaria, el Consorcio Regional de Transporte de Madrid y la Fundación Movilidad del Ayuntamiento de Madrid.

A continuación, se describen los objetivos mínimos que debería cubrir el proyecto UNIBICI y cuál es el usuario tipo al que se dirige este nuevo servicio.

<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover el uso de la bicicleta para desplazarse en la Ciudad Universitaria. Para ello UNIBICI debe vincularse a la construcción de la red ciclista y al control o templado del tráfico rodado.</li> <li>- Promover el uso del metro y del autobús interurbano, extendiendo su accesibilidad.</li> <li>- Consolidar una oferta de transporte modesta pero real y complementaria</li> </ul>
<b>Tipo de usuario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por perfil: estudiante, PAS o PDI que puede venir en metro</li> <li>- Por tipo de viaje: se usa la bicicleta para ir y volver al metro o para desplazamientos internos</li> <li>- Por tipo de uso: usuario planificado y <i>fidelizado</i>, que lo emplea como opción modal, y usuario esporádico, que lo utiliza como una alternativa más a la oferta existente</li> </ul>

La forma de gestión del sistema debe decidirse entre los promotores del proyecto UNIBICI, si bien parece lógico pensar que tomará la forma de un Ente Público que se encargará de la planificación, el seguimiento y el control y mantenimiento del sistema, en los términos que se decidan. Dicho Ente habrá de definir las condiciones para la adjudicación de la explotación del servicio y su mantenimiento, de acuerdo con la propuesta contenida en este documento.

#### 4.1.2. Justificación del tipo de sistema seleccionado

El tipo de sistema que se propone para la Ciudad Universitaria es un sistema de bicicleta pública automático, cuyo funcionamiento, esquemáticamente, es el siguiente:

- Se accede al sistema a través de una tarjeta en la que están grabados los datos de los usuarios. En los puntos de préstamo, una columna dotada de un

terminal informático reconoce al usuario por su tarjeta y código; usuario que selecciona una bicicleta, la retira de su anclaje y, a partir de entonces, dispone de 30 minutos para hacer su trayecto y anclar la bicicleta en su punto de llegada. En el momento en que el usuario ancla la bicicleta y recibe la señal de que lo ha hecho correctamente, el sistema lo detecta. Una columna soporta entre 40 y 50 puntos de anclaje.

- El proceso de recogida de la bicicleta no dura más de 15 segundos, y el de entrega es inmediato.

De entre las dos grandes opciones existentes en cuanto a sistemas de bicicleta pública, manuales y automáticos, se estima que este último tipo se adapta mejor a las necesidades de la Ciudad Universitaria de Madrid. Según la Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España, publicada por el IDAE, los sistemas automáticos son ideales para casos que la demanda es elevada, los usuarios son residentes y el uso es cotidiano.

Es cierto que, debido a los costes tecnológicos, la inversión para implantar un sistema automático es más elevada que en uno manual, pero se compensa con el hecho de que su gestión resulta más sencilla y, debido al conocimiento casi en tiempo real del estado del sistema, es más fácil ajustarlo a las necesidades, lo cual es muy importante en el caso de la CU, que presenta unas condiciones bastante peculiares.

También hay que considerar que los sistemas automáticos requieren una infraestructura de personal y logística que se ocupe del mantenimiento y de la redistribución de las bicicletas.

	POSITIVOS para alcanzar el objetivo	NEGATIVOS para alcanzar el objetivo
	F.	D.
	¿Cuáles son las fortalezas del sistema?	¿Cuáles son las debilidades del sistema?
ANÁLISIS INTERNO	<p>El sistema es muy ágil y ofrece una alta rotación de las bicicletas.</p> <p>La gestión automática es más sencilla y requiere menos esfuerzo y medios humanos.</p> <p>Se adapta muy bien a un uso cotidiano.</p> <p>Tiene capacidad para dar respuesta a una demanda elevada.</p> <p>El ajuste a las necesidades de cada momento es muy fácil.</p>	<p>No se ofrece un servicio puerta a puerta real .</p> <p>El sistema requiere una inversión importante en infraestructura.</p> <p>El sistema no es capaz de cubrir toda la demanda existente en hora punta.</p>
ANÁLISIS EXTERNO	O.	A.
	¿Cuáles son las oportunidades que	¿Cuáles son las amenazas que ofrece el

ofrece el medio?	medio?
<p>La bicicleta se muestra como una opción modal competitiva en la Ciudad Universitaria.</p> <p>Se detecta una demanda importante de viajes internos en la Ciudad Universitaria.</p> <p>Los avances tecnológicos permiten una permanente optimización de las formas de gestión de los sistemas de bicicleta pública.</p> <p>Aumenta la oferta de empresas de implantación de sistemas de bicicleta pública.</p> <p>Vivimos un momento de promoción de la bicicleta por parte de la administración municipal.</p> <p>La aprobación del PDMC lleva asociado el desarrollo de infraestructuras específicas para la bicicleta en la Ciudad Universitaria.</p> <p>El perfil general de la población universitaria es muy adecuado a la utilización de la bicicleta: gente joven y usuaria del transporte público.</p> <p>Existen experiencias que ofrecen una referencia útil para este proyecto.</p> <p>El aparcamiento subterráneo de la plaza de Ramón y Cajal se está rehabilitando.</p> <p>Las condiciones para complementarse con el transporte público son buenas.</p>	<p>No existe aún una infraestructura específica para la bicicleta.</p> <p>El tráfico de paso de vehículos motorizados es excesivo y muy agresivo.</p> <p>El espacio público se encuentra desorganizado y ocupado por vehículos privados.</p> <p>La población y los usos en la Ciudad Universitaria no presentan una distribución homogénea en el tiempo y en el espacio. Demandas muy fuertes en determinadas franjas horarias y en determinados lugares.</p>

**Tabla 16. Análisis DAFO del sistema planteado**

#### **4.1.3. Características de cara al usuario: ámbito, horarios, tiempos, responsabilidad y coste u otras condiciones de acceso**

El sistema pretende dar servicio a las personas que estudian o trabajan en la Ciudad Universitaria. Se propone que el uso de las bicicletas públicas quede circunscrito al ámbito de la Ciudad Universitaria y que esté disponible solamente durante el día, de

7:30 a 22:00, pues fuera de las horas lectivas o de trabajo, los viajes internos prácticamente no existen.

Las personas que quieran utilizar las bicicletas deberán registrarse como usuarios y pagar una cuota de 20 € anuales, que les dará derecho a utilizar el sistema para sus desplazamientos por la Ciudad Universitaria, cuantas veces deseen, durante un tiempo máximo de 30 minutos. Si se superase ese tiempo, el uso de la bicicleta tendrá un coste de 0,50 € cada media hora extra. Mientras esté en su poder, el usuario es responsable de su buen uso y debe cumplir las normas, tanto las generales de circulación, como las específicas de uso del sistema, aunque tendrá un seguro de responsabilidad civil y de daños propios.

#### **4.1.4. Dimensionado de infraestructura y personal**

El sistema que se propone implantar, dispondrá de 500 bicicletas en servicio, 4 estaciones en los puntos de mayor afluencia de viajeros desde fuera de la Ciudad Universitaria, y 25 estaciones en el resto del ámbito, que contarán con 715 plazas de anclaje. Debido a las necesidades habituales de mantenimiento, a las reparaciones y a las bajas que puedan ocurrir, para que esas quinientas bicicletas estén disponibles para el usuario se debe disponer de una reserva de, aproximadamente, un 10% de las que están circulando. Cuando el sistema se vaya ajustando según pase el tiempo, el porcentaje de bicicletas en taller disminuirá.

La ubicación de los puntos de préstamo se describe en el apartado 4.2.2.

Las particularidades de la Ciudad Universitaria hacen que, en la hora punta de la mañana, la demanda de bicicletas se concentre en los puntos de entrada. Durante ese tiempo, los viajes de vuelta desde otros puntos de préstamo serán pocos. Para dar servicio a la demanda en ese periodo de tiempo, el personal de mantenimiento debe ir añadiendo bicicletas al sistema en las estaciones de elevada demanda, evitando así el sobre dimensionamiento de estas bases, y redistribuir las bicicletas. Pasada la hora punta, los viajes internos y los viajes de salida de la Ciudad Universitaria repartirán las bicicletas entre los puntos de préstamo, aunque seguirá siendo necesaria la redistribución.

Para almacén y taller de bicicletas, la superficie estimada es de 700 m<sup>2</sup>. En este recinto se dispondrían los vestuarios del personal encargado de mantenimiento, mientras que para el centro de control, la superficie estimada es de 70 m<sup>2</sup>. La propuesta es ubicar el almacén y el centro de control dentro del aparcamiento subterráneo de la Avenida Complutense (ver apartado 4.2.4).

Además, es necesaria una oficina de atención al público de unos 25 – 30 m<sup>2</sup>, exclusivamente dedicada a UNIBICI, si bien cabría utilizar para este servicio las infraestructuras universitarias ya existentes.

En cuanto a las necesidades de personal de mantenimiento y gestión del sistema, serían cubiertas con 2 – 3 personas de atención al público, 7-10 personas para la redistribución, mantenimiento y reparaciones de las bicicletas y bases, y 3 - 4 personas dedicadas a la gestión y coordinación. Además, como medio de

redistribución de las bicicletas se necesitarían 3 furgonetas dotadas de remolque para transportarlas.

#### **4.1.5. Gestión y mantenimiento**

Como se ha dicho, el sistema propuesto es automático, es decir, el préstamo y la devolución de la bicicleta se realizan automáticamente, mediante una consola digital controlada por una aplicación informática, específicamente diseñada para realizar la gestión del sistema.

El sistema informático de gestión debe estar bajo control permanente, además de contar con un mantenimiento periódico que permita solventar con rapidez los problemas técnicos que pudieran dejar sin servicio a los usuarios.

Para el buen funcionamiento mecánico, la seguridad y comodidad de los usuarios, así como para mantener una buena imagen del sistema, son necesarias labores de mantenimiento regular, tanto de los puntos de préstamo, que deben estar en perfecto estado de funcionamiento y limpieza, como de las bicicletas, que son el elemento que más atención necesitan.

## **4.2. Elementos del sistema**

### **4.2.1. Tipo de bicicleta**

Las bicicletas a utilizar en el sistema deberán tener unas características que favorezcan la seguridad y la comodidad del usuario, así como su longevidad

La bicicleta será un modelo comercial, de tipo urbano o de paseo de buena calidad, con las adaptaciones necesarias para portar el sistema de anclaje a las bases. Se dispondrá de una talla única de adulto, y contará con sillín regulable, cambio, guardabarros, cubrecadena y trasportín o cesta de transporte. El *tag* pasivo que identifica a cada bicicleta en el sistema, también estará incorporado.

El diseño del cuadro de la bicicleta será, preferentemente, de barra baja para mejorar y facilitar la accesibilidad.

Debido a la naturaleza y a la intensidad (se prevén hasta 20 préstamos por día y bicicleta) del uso que se va a dar a las bicicletas, para minimizar las tareas de mantenimiento, conseguir la máxima eficiencia y garantizar la seguridad de los ciclistas, las bicicletas deben ser muy resistentes y durables. Para ello, tendrán un diseño que mantenga las partes más delicadas (frenos, cadena y cambios) muy protegidas.

Las bicicletas deberán cumplir, lógicamente, con la normativa vigente y, en concreto, tendrán en cuenta las disposiciones existentes en materia de seguridad vial. A este respecto, se pondrá especial atención en el sistema de iluminación que constará, al menos, de una luz delantera blanca y una luz trasera roja, ambas fijas y situadas en lugar perfectamente visible. Este sistema de iluminación se complementará con

reflectantes en las ruedas o con bandas reflectantes en los neumáticos, que mejoren la visibilidad del ciclista.

Dispondrán de timbre suficientemente potente para que los ciclistas puedan advertir de su presencia a los demás usuarios de la vía pública si fuese necesario.

Las bicicletas contarán con un diseño ergonómico que permita al ciclista adoptar una postura cómoda y adecuada para el pedaleo. En ningún caso se utilizarán diseños que limiten la velocidad del ciclista a costa de una buena ergonomía del vehículo, de manera que se dificulte el pedaleo y este no se realice en condiciones óptimas, exigiendo un mayor esfuerzo al ciclista, lo que puede resultar en insatisfacción y en el posible abandono del sistema.

La imagen del sistema y de sus bicicletas es otro elemento a tener en cuenta. Debería plantearse de forma que resulte lo más atractiva posible a los usuarios y sea un aliciente más para su uso. Además, es muy importante dotar al sistema de una imagen reconocible, clara y propia que permita identificarlo rápidamente y se convierta en una referencia para los usuarios. Sería bueno valorar la posibilidad de asociar la imagen de UNIBICI al sistema de transporte público existente, especialmente al Metro, lo que conseguiría fomentar la idea de que la bicicleta es un medio de transporte y, la bicicleta pública, otra forma de transporte público. En el caso de la Ciudad Universitaria, el perfil de los usuarios es, mayoritariamente, el de estudiantes jóvenes con lo que la imagen del sistema debería apostar por el dinamismo y la frescura.



Ilustración 7. Logo del proyecto UNIBICI

Por otro lado, no hay que olvidar que, tanto las bases y las estaciones como las bicicletas, son soportes que podrían integrar publicidad. La decisión sobre la publicidad puede ser fundamental para la viabilidad económica del sistema, aunque también puede desvirtuar su imagen (véase capítulo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

#### 4.2.2. Tipo, tecnología y localización de los depósitos

Los depósitos o estaciones de bicicletas que se proponen para este sistema se ajustan a las características de los sistemas automáticos.

Constarán de las siguientes partes:

- Columna o punto de información, que constituye el centro de control que permite al usuario identificarse, así como acceder al servicio de préstamo y al resto de servicios que se puedan ofrecer (registro, consulta de itinerarios, disponibilidad de aparcamiento en destino, reserva de bicicleta durante el

periodo de hora punta, comunicación de sugerencias). Desde la columna se bloquea o desbloquea la bicicleta que se toma o se deja.

- Bancada con anclajes para el aparcamiento seguro de las bicicletas controlados desde la columna

Se estima que no se debería superar la cantidad de 5 - 10 anclajes por columna, pues una cantidad superior podría incidir negativamente en la agilidad del préstamo, tanto a la hora de recoger la bici como de dejarla, ya que para realizar estas gestiones es indispensable utilizar la columna, que es el elemento que integra los sistemas de control.

Las estaciones se han distribuido y dotado atendiendo al dimensionamiento del sistema (apartado 3.5), de manera que se ha priorizado dar servicio a los centros que ofrecían datos de demanda potencial más favorables, en detrimento de aquellos que, según el análisis realizado, ofrecían un potencial de usuarios bajo. Así, estos *centros prioritarios* disponen de una estación asignada, situada lo más cerca posible de los accesos. En algunos casos, cuando no hay centros destacados, las estaciones dan cobertura a un área de influencia con varios centros y no a un centro específico.

En cualquier caso, las estaciones estarán ubicadas de tal manera que la gran mayoría de los usuarios no deba caminar más de 150 m hasta alcanzar una de ellas, y estarán equipadas con un número de puntos de anclaje en función de la demanda calculada para su zona de influencia.

Los depósitos o puntos de préstamo se dividen en dos grupos:

- Bases principales. Son los aparcamientos principales de bicicletas de préstamo, donde se situarán las bicicletas y de dónde las recogerán los usuarios al comienzo de la jornada, para concluir el viaje de acceso al centro de destino. Asimismo, serán los principales puntos de devolución de bicicletas al final del día, y desde donde se llevarán al depósito nocturno.
- Estaciones. Son aparcamientos convencionales de bicicletas de préstamo que dan cobertura del sistema a los diferentes centros.

<b>UCM</b>					
Centro	Demanda en hora punta	Punto propio de préstamo	Distancia punto de acceso al centro	PUNTOS DE ANCLAJE	
E01	Bellas Artes	160	SI	0	20
E02	Ciencias de la información	1390	SI	0	20
E03	Físicas	688	SI	0	20
E04	Geológicas- biología	266	SI	1	20
E05	Matemáticas	416	SI	0	10
E06	Químicas	597	SI	0	10
E07	Derecho - filología	1482	SI	1	30
E08	Filosofía	320	SI	0	20
E09	Geografía e Historia	826	SI	0	30
E10	Informática	441	SI	0	30
B01	Medicina - Rectorado UCM	280	SI	1	100
E20	Magisterio	1135	SI	0	10
E12	Veterinaria	658	SI	0	20
E13	Estadística	156	SI	0	10
<b>UPM</b>					
Centro	Demanda en hora punta	Punto propio de préstamo	Distancia punto de acceso al centro		
E14	Arquitectura	449	SI	0	30
E15	Aeronáuticos - Navales	130	NO	150	15
E16	Caminos	664	SI	0	20
E17	Agrónomos - Agrícolas	174	NO	150	20
E18	Telecomunicaciones	633	SI	0	20
E19	Arquitectura técnica	761	SI	0	30
E26	Montes	71	SI	150	20
E21	INEF	319	SI	0	30
E22	Forestal - Instituto del frío	158	NO	150	20
<b>UNED</b>					
Centro	Demanda en hora punta	Punto propio de préstamo	Distancia punto de acceso al centro		
E23	UNED	951	NO	150	40
<b>Otros</b>					
Centro	Demanda en hora punta	Punto propio de préstamo	Distancia punto de acceso al centro		
E25	CIEMAT	213	SI	0	30
E24	Hospital Clínico		SI	0	10
<b>BASES GENERADORAS</b>					
B00	Moncloa				40
B02	Metropolitano				20
B03	Colegios mayores				20

**Tabla 17. Situación de las estaciones de préstamo**

Las estaciones y bases propuestas se han situado en el **plano 10**, donde se encuentran identificadas con una clave numérica que, además, incorpora el número de puestos de anclaje con que cuenta esa estación o base.

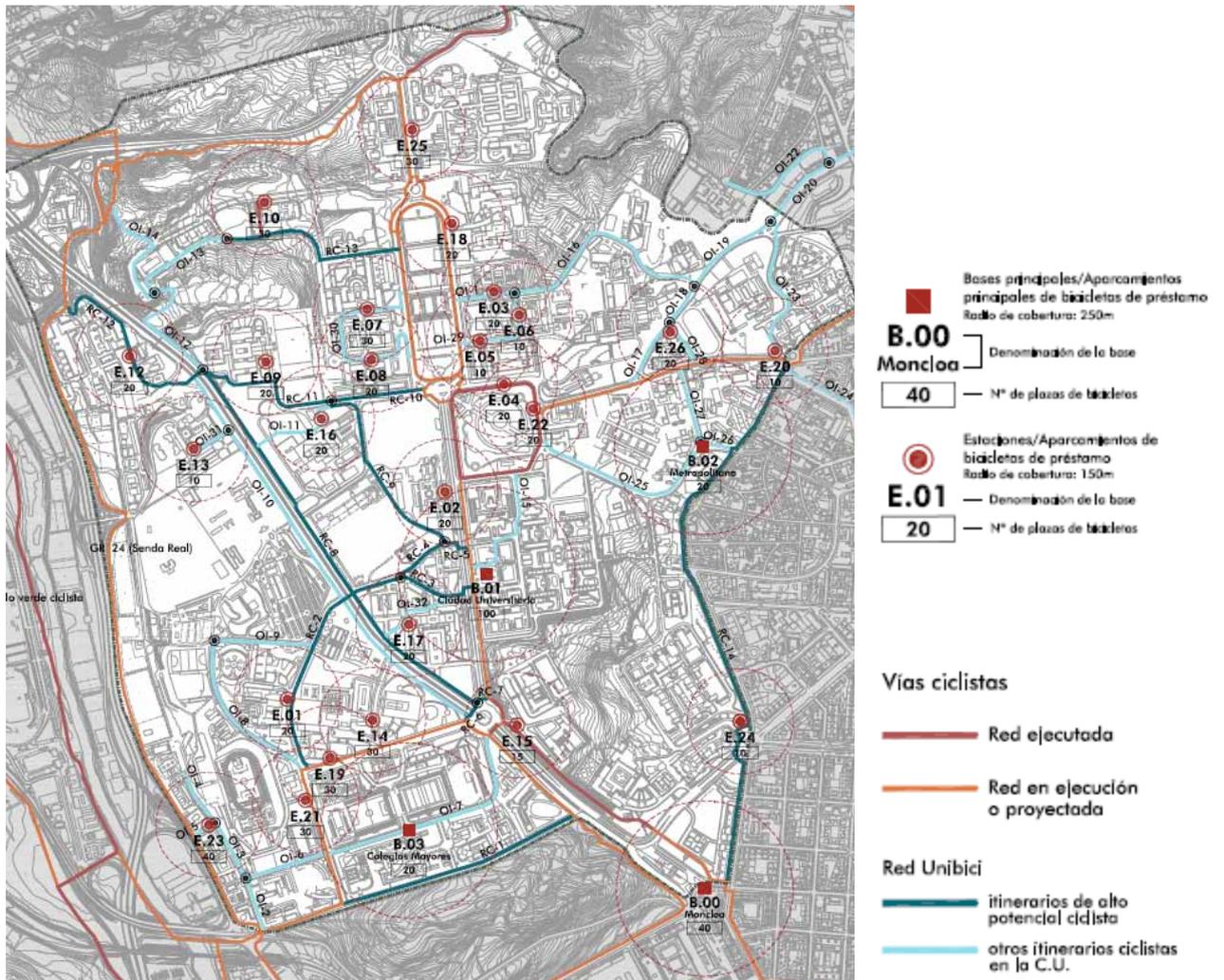


Ilustración 8. . Vista del Plano 10 en Anexo

#### 4.2.3. Sistema de redistribución

Como ya se ha apuntado, las particularidades de la Ciudad Universitaria hacen que en la hora punta de la mañana, la demanda de bicicletas se concentre en los puntos de acceso-llogada a la misma, principalmente en la estación de Metro de Ciudad Universitaria. Durante ese periodo, los viajes de vuelta desde otros puntos de préstamo serán pocos. Para dar servicio a la demanda en ese periodo de tiempo, el personal de mantenimiento debe redistribuir las bicicletas. Una vez pasada la hora punta, los viajes internos y los viajes de salida de la Ciudad Universitaria, repartirán las bicicletas entre los puntos de préstamo.

Como el ámbito funcional del sistema (la Ciudad Universitaria) no es muy grande, los circuitos de redistribución se pueden diseñar, en principio, con bastante fiabilidad y flexibilidad de manera que la redistribución de bicicletas sea rápida y eficaz.

En cualquier caso, el servicio de redistribución por el personal de mantenimiento, será una tarea constante que demandará la mayor parte del personal previsto. Para

facilitarla el software del sistema deberá ser capaz de conocer en todo momento la ubicación de las bicicletas.

El diseño que se presenta tiene carácter preliminar. Es de esperar que, tras los primeros meses de funcionamiento, el sistema se pueda reajustar en cuanto a ubicación de bases o a dotación, según las necesidades detectadas.

#### **4.2.4. Centro de gestión y el mantenimiento: sinergia con el aparcamiento subterráneo de Ciudad Universitaria**

Los trabajos de mantenimiento y gestión necesitan el apoyo de una infraestructura y logística adecuadas para ser atendidos. Por ello, sería necesario, como ya se ha avanzado, contar con un espacio destinado a albergar un almacén-taller y un centro de control, a los que se podría añadir una oficina de atención al público.

Se considera que el sistema tendrá una carga de trabajo suficiente como para disponer de medios de gestión y mantenimiento exclusivos, sin necesidad de externalizar tareas, que habría que ubicar, de forma centralizada, en un lugar accesible, cercano a la base principal, con posibilidad de ampliación, flexible para organizarse, reconocible y representativo.

El almacén-taller debe disponer de las herramientas y repuestos necesarios para realizar las labores de mantenimiento, tanto de las bicicletas del sistema como de algunas partes del resto de su infraestructura. Se podría valorar la posibilidad de ofrecer el servicio de reparación, mantenimiento y almacén a terceros: usuarios que disponen de bicicleta propia y, aunque contribuyen a la movilidad ciclista, no participan en el sistema de bicicleta pública. Asimismo, el personal encargado del mantenimiento habrá de acreditar los conocimientos necesarios para realizar este trabajo.

El almacén taller contará con una superficie estimada de 700 m<sup>2</sup> y dispondrá de:

- Suministro de agua y electricidad
- Control de acceso
- Sala de almacenamiento
- Sala de reparación
- Aseo

En el centro de control se realizarán todas las labores de gestión y control informático del sistema, entre las que se incluyen:

- Registro, cambio de datos y baja de usuarios
- Posibilidad de reservar bicicletas
- Información sobre itinerarios y disponibilidad de plazas libres de aparcamiento
- Control de la redistribución de bicicletas
- Control de las bases y estaciones (préstamo y devolución)
- Recogida de sugerencias

El centro de control dispondrá de un espacio específico, de unos 70 m<sup>2</sup>, adaptado a las funciones que en él se van a desempeñar. Como mínimo, deberá disponer de:

- Suministro de agua y electricidad
- Conexión telefónica
- Control de acceso
- Acondicionamiento térmico y acústico
- 1 sala de servidores
- 1 sala de trabajo
- 1 aseo (puede ser compartido con el almacén)
- 1 almacén de material
- 1 sala de reuniones

La oficina de atención al público dispondrá de alrededor de 25 m<sup>2</sup> y deberá situarse en un lugar transitado y visible. Convendría que estuviese conectada con el centro de control de manera que la comunicación fuese fácil y fluida.

A este respecto no podemos dejar de mencionar la oportunidad inmejorable que, para ubicar estas instalaciones, ofrece el aparcamiento subterráneo situado bajo la plaza de Ramón y Cajal y la Avenida Complutense. Estas instalaciones, que nunca se llegaron a utilizar, y se han mantenido cerradas durante años, reúnen todas las condiciones que debería cumplir el lugar destinado a albergar el almacén-taller, el centro de control y la oficina de atención al público, dado que:

- Es el lugar donde se sitúa la base principal de préstamo del sistema.
- Dispone de espacio más que suficiente para desempeñar las funciones previstas.
- Ofrece posibilidad de ampliación si se planifica la implantación con previsión suficiente.
- Está en contacto directo con el gran vestíbulo de la estación de Metro de Ciudad Universitaria, lo que permitiría establecer una relación directa y complementaria del sistema de bicicleta pública con el Metro.
- Es un lugar muy céntrico, representativo y transitado, ideal para la oficina de atención al público.
- Dispone de rampas que conectan directamente con el exterior, que permitirían el acceso de los vehículos de transporte de bicicletas, así como el traslado rápido y cómodo de las bicicletas del exterior al almacén y viceversa.
- Aunque las rampas presentan un desarrollo exigente podrían permitir salir y entrar a este espacio en bicicleta, lo que fomentaría la continuidad transporte público – bicicleta pública.

- En superficie también se dispone de espacio suficiente para instalar la base y alguna otra infraestructura si fuese necesaria.
- Es una ocasión para mejorar la ordenación del espacio público en torno al acceso de Metro, muy desorganizado, mal mantenido y con muestras evidentes de mal funcionamiento del sistema de evacuación de aguas.

En el momento de redactar el presente estudio, la Universidad Complutense ha comenzado una serie de trabajos que parecen estar dirigidos a poner en funcionamiento este aparcamiento subterráneo. Es, por tanto, prioritario, valorar la posibilidad de aprovechar la ocasión para realizar, al menos, la reserva de espacio necesario para dar cabida a las infraestructuras de gestión y mantenimiento de UNIBICI.

### **4.3. Elementos complementarios o alternativos**

#### **4.3.1. Singularidades de la CU y del sistema y necesidad de mantener un enfoque abierto**

Como ya se ha repetido en varias ocasiones, la Ciudad Universitaria es un ámbito singular, con características específicas y únicas que no se dan en otros ámbitos urbanos. Se trata de un ámbito funcional y socialmente menos complejo que la ciudad, motivo por el cual, no se pueden establecer comparaciones directas con otras experiencias de bicicleta pública en ciudades, ni extrapolar directamente los resultados que se obtengan con la implantación de este sistema a otro ámbito. Es decir, lo que ha funcionado en un ámbito urbano no tiene por qué funcionar aquí y viceversa.

Las principales características que hacen singular el ámbito universitario respecto de la ciudad son:

- El ámbito universitario es poco complejo en comparación con la ciudad. Los usos son menos diversos, dominando el docente, y el perfil de los usuarios es poco variado, dominando el estudiante joven, y sin presencia de niños o ancianos.
- Los usos y usuarios no están distribuidos de manera uniforme ni en el tiempo, ni en el espacio, como en una ciudad.
- Por tamaño del ámbito y oferta de transporte público, los tiempos actuales andando y en autobús no son excesivos. No parece existir, pues, un problema de transporte en la Ciudad Universitaria (excepto el generado por el automóvil).

La singularidad que presenta la Ciudad Universitaria obliga a mantener una postura abierta a soluciones específicas, que no tienen por qué ajustarse necesariamente a las utilizadas y probadas en otros ámbitos con un perfil más urbano. De hecho, el caso que nos ocupa nos obliga a enfrentarnos a algunas situaciones para las que el sistema de bicicleta pública no ofrece, hasta ahora, una solución óptima, a saber:

- Demanda con puntas muy marcadas, mucha gente y muy joven: demanda potencial casi ilimitada. El objetivo del sistema no puede ser cubrir la demanda. Poca fiabilidad del sistema por la dificultad de controlar la disponibilidad de bicicletas.
- Dificultad para ofrecer un servicio puerta a puerta. En un ámbito como éste, con distancias asequibles a pie, la solución de estaciones compartidas a las que hay que desplazarse, puede ser un problema que desincentive el uso del sistema.

#### 4.3.2. Complemento o alternativa: sistema de bicicleta compartida

En el contexto citado, describimos a continuación, de forma sucinta, un sistema de bicicleta compartida, ideado con el objetivo de resolver o “reforzar” los aspectos que se han detectado como debilidades del sistema.

Este sistema se puede valorar como un complemento del sistema de bicicleta pública propuesto, consolidando y mejorando el servicio ofertado o, incluso, podría proponerse como sistema único para el ámbito de estudio. Sus características se resumen en el siguiente cuadro.

<b>Definición y tipo de sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “<i>Shared bike</i>” (no “<i>public bike</i>”)</li> <li>- Focalizado desde las estaciones de metro (mismo origen y destino): solo dos Estaciones-UNIBICI, aprovechando las estaciones de metro. Deben estar a cubierto y ser seguras.</li> <li>- No hay estaciones distribuidas por la ciudad universitaria. Son necesarios aparcamientos bici en todas las facultades y centros.</li> <li>- Puede ser automático o manual.</li> </ul>
<b>Características de cara al usuario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alquiler. No préstamo</li> <li>- Reserva vía Internet o en la propia estación. Por medias jornadas, días, semanas o curso. Previo pago</li> <li>- Se toma la bicicleta en la estación y se utiliza libremente dentro del ámbito universitario. Se aparca en el centro de destino -facultad y se devuelve en la estación.</li> <li>- Devolución obligatoria diaria antes de la hora de cierre .</li> </ul>
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Economía, proporcionalidad:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ no necesita bases</li> <li>○ no necesita sistema de redistribución</li> <li>○ la bicicleta puede ser sencilla</li> </ul> </li> <li>- Realmente ofrece un servicio puerta a puerta.</li> <li>- Imagen clara y <u>fiabilidad</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ disminuye la aleatoriedad de usuario o uso</li> <li>○ elimina la incertidumbre de disponibilidad de bicicletas</li> <li>○ elimina la incertidumbre de aparcamiento en destino</li> </ul> </li> <li>- Sistema más adaptado a complementarse o, incluso, integrarse en la red de transporte público</li> <li>- Quizás alguien deje el coche.</li> </ul>
<b>Posibles cuellos de botella</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja rotación de la bicicleta.</li> <li>- Gran ocupación en las estaciones de origen (intercambiador o aparcamiento).</li> </ul>

**Tabla 18. Características del sistema de bicicleta compartida**

Como se desprende de la tabla, uno de los atractivos fundamentales para utilizar este sistema es el económico, ya que reduce al mínimo la inversión en infraestructuras sin complicar la gestión, que podría seguir siendo automática o pasar a manual sin suponer un aumento significativo del coste, pues sólo habría que gestionar dos bases de distribución de bicicletas, Ciudad Universitaria y Moncloa. Además, el sistema permite una implantación progresiva, de manera que se pueden corregir las desviaciones o desajustes que se detecten una vez puesto en marcha sin perder una costosa inversión. Esto es así porque, además de las dos bases de reparto y las bicicletas, la única infraestructura específica del sistema sería una red de aparcamientos convencionales para bicis que, en cualquier caso y de forma independiente, integrarían la red general de aparcamientos de la Ciudad Universitaria; red que, en función de la demanda registrada por el sistema una vez puesto en funcionamiento, podría regularse para dar un servicio adecuado.

Es, precisamente, el hecho de funcionar con una red de aparcamientos convencionales lo que confiere a este sistema otro de sus valores: la respuesta óptima a las necesidades de desplazamiento del usuario, que podrá realizar desplazamientos reales de puerta a puerta a cualquier lugar de la Ciudad Universitaria (que tenga posibilidad de aparcamiento). No existe la limitación que impone la red de estaciones y bases y, por tanto, ningún centro se penaliza por ofrecer una demanda poco atractiva. Por otro lado, a esta mejora del servicio habría que añadir un aumento de la fiabilidad del sistema, ya que el usuario tiene la bici a su disposición permanentemente aunque, ciertamente, a costa de una rotación mucha más baja que la prevista, pero que podría llegar a 4 usos/día.

En conclusión, parece que este sistema resulta más adaptable y menos arriesgado que el de bicicleta pública objeto principal de este estudio, de manera que podría constituir una alternativa real en una situación de incertidumbre política o de falta de financiación.

En cualquier caso, y como ya se ha dicho, permite su implantación en paralelo como complemento del sistema principal de bicicleta pública, ofertando un servicio mucho más completo.

#### **4.3.3. Proyecto y desarrollo de los elementos del sistema UNIBICI desde la Universidad**

Dando un paso más, el proyecto UNIBICI ofrece la oportunidad de avanzar en un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico de sus elementos, por parte de las universidades del campus; proyecto que puede incluir la colaboración universidad-empresa.

En efecto, los sistemas de bicicleta pública implican una tecnología relativamente nueva que, sin suponer una complejidad excesiva, se pueden tomar como un cierto reto tecnológico e incluso industrial, a abordar conjuntamente entre algunas de las escuelas y facultades de las universidades del campus.

Ciertamente el “*know-how*” existe; los organismos o fundaciones para su gestión también y, además, este tipo de desarrollos se pueden incluir tanto entre las tareas de los distintos grupos de investigación, como en la docencia y formación de los propios

alumnos. Ejemplos de proyectos similares se pueden encontrar en muchas de las escuelas del campus.

Como se verá en el capítulo octavo, la cuantía económica para la implantación del sistema no es, en absoluto, desdeñable. Bien al contrario, se trata de una cantidad muy considerable, que ronda los 800 mil euros. Y es que, actualmente, los costos de implantación de este tipo de sistemas resultan muy elevados: entre 1.400 y 2.600 euros cada una. Seguramente, lo reciente de su implantación implica una competencia escasa y, su limitada divulgación, supone una parca cobertura de la inversión, lo que puede explicar tan elevado coste.

Dándole la vuelta al argumento, cabe pensar que, si hay interés, existe margen para llevar a cabo su desarrollo *ex-novo*. Las principales tareas del proyecto podrían, entonces, ser las siguientes:

- Diseño industrial (o adaptación) de las bicicletas, de su sistema de anclaje y de los *tags* de identificación.
- Diseño industrial y electrónica de los depósitos, incluyendo las columnas de información y las bancadas de anclaje.
- Diseño industrial de la furgoneta y remolque portabicicletas.
- Diseño de la tecnología de localización de las bicicletas y del sistema informático de gestión del sistema.
- Estudio de viabilidad y alternativas de financiación del sistema.
- Seguros, aspectos laborales y cobertura jurídica.
- Diseño de la imagen corporativa.

Estas tareas habrían de asignarse a los grupos de investigación de las universidades del campus, según criterios de capacidad y competencia. Sería necesario incorporar, también, socios empresariales con capacidad de producir cada uno de los elementos físicos diseñados.

Finalmente, habría que abordar otras tareas menores como el diseño los protocolos de actuación y reglamentos, el proyecto de la base principal, etc.

#### **4.3.4. Otros elementos complementarios del sistema**

##### ***a. Divulgación a través de las universidades***

El éxito del sistema depende del grado de utilización que se haga del mismo. Así, resulta fundamental una muy buena divulgación que permita alcanzar a la mayor cantidad de público objetivo.

##### *Oficinas de prensa e inclusión en webs institucionales*

El ámbito universitario cuenta con varias publicaciones de actualidad que se distribuyen gratuitamente, no todas ellas dirigidas, exclusivamente, a los estudiantes, lo que permite una amplia difusión. Esto les convierte, *a priori*, en excelentes medios para difundir el sistema entre la población universitaria.

Además de la prensa universitaria:

### *Inclusión de la inscripción en el sobre de matrícula*

Otra fórmula de difusión que puede resultar muy eficaz, sería utilizar los recursos de los que ya dispone la administración universitaria. En concreto, la inclusión del boletín de inscripción, así como información clara y detallada del sistema, en el sobre de matrícula, parece una magnífica opción toda vez que permitiría cubrir el 100% del alumnado.

### *Otras acciones de divulgación*

Además de las medidas de difusión del sistema ya mencionadas, se podría recurrir a:

- Publicidad en mobiliario urbano.
- Trípticos y carteles distribuida entre los distintos centros.
- Asociaciones de estudiantes y organizaciones sindicales.

### **b. Promoción del sistema**

Para promocionar el uso del sistema, y de la bicicleta en general, en la Ciudad Universitaria, se podría:

- Vincular el sistema de bicicleta pública al de transporte público autonómico. Ello implica negociar con el Consorcio de Transportes para que cediera espacio en los intercambiadores.
- Posibilidad de subvencionar, dentro del costo de implantación de UNIBICI, los aparcamientos en facultades.
- Sistema tipo *leasing* para subvencionar la compra de bicicletas a usuarios fieles.
- Alquiler de espacio de aparcamiento en las estaciones-UNIBICI para bicis privadas.
- Posibilidad de incorporar al usuario de fin de semana.

### **c. Seguimiento del sistema**

El seguimiento del sistema resulta fundamental para conocer los fallos que se puedan producir y solucionarlos mejorando el servicio.

Por otro lado, se podría intentar vincular este sistema a alguno de los programas europeos de promoción de la bicicleta pública<sup>25</sup>, de manera que se dispusiese de un seguimiento externo, y se proyectase al exterior -incluido el extranjero- el sistema de la Ciudad Universitaria.

---

<sup>25</sup> La Comunidad Europea tiene varios programas de promoción de la bicicleta pública, entre los que destaca Civitas Caravel, la base de buenas prácticas SMILE o el programa URB-AL

#### 4.4. Principios y estrategias de implementación

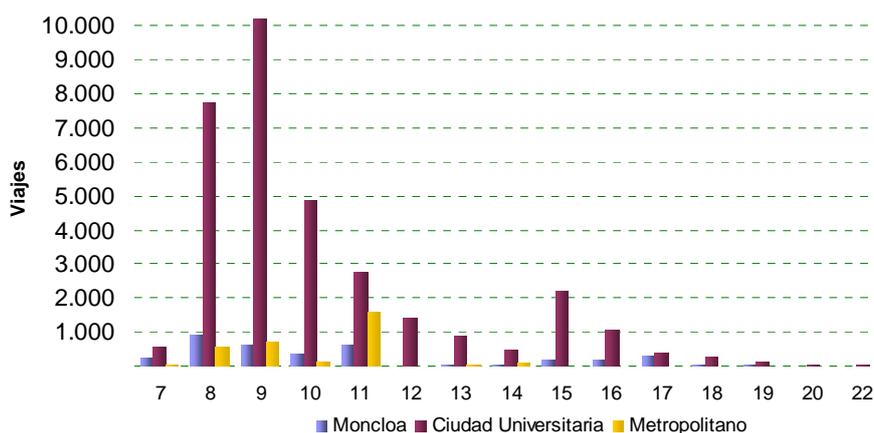
En los apartados anteriores hemos expuesto las características principales del sistema, así como la justificación de su opción. En este apartado exponemos las posibles estrategias de implantación.

Los sistemas de bicicletas públicas ya cuentan con amplia tradición en Europa. Desde la experiencia embrionaria de las bicicletas blancas holandesas hasta nuestros días han pasado 44 años, en los que se han realizado grandes progresos que han desembocado en la llamada tercera generación de sistemas de bicicletas públicas..

Sin embargo, el sistema propuesto en este estudio tiene ciertas características que lo hacen especial, consecuencia directa del contexto al que tantas veces nos hemos referido. El hecho de que sea un sistema de préstamo para un campus universitario y no para una ciudad, con una población de unas 120.000 personas, concentrada en una superficie de unos 5,5 km<sup>2</sup>, con una demanda potencial de hasta 36.000 usuarios, flujos horarios muy marcados según la hora punta y unos desplazamientos origen – destino muy radiales cada día, hace necesarias varias matizaciones para que la solución UNIBICI funcione.

Gran parte del éxito de los sistemas de bicicleta pública reside en el efecto red que generan. Son sistema de “todo o nada”, pues si no se implanta en la primera fase del sistema una red lo suficientemente grande y densa, el propio sistema no generará los viajes necesarios para ser eficiente como modo de transporte público.

Sin embargo, y pese a este efecto red, el sistema no se autorregula y ciertas estaciones tienden a concentrar un exceso de bicicletas, frente a otras que son deficitarias según las oscilaciones de la demanda de viajes durante el día. Esto se resuelve con la recirculación de bicicletas mediante camionetas con remolque a aquellos puntos donde son necesarias.



**Gráfico 16. Demanda potencial del sistema según estaciones de metro de llegada a la Ciudad Universitaria**

Desde esta perspectiva, el sistema UNIBICI tiene una desventaja mayor que otros sistemas. Debido a la movilidad en la Ciudad Universitaria, donde todos los usuarios de transporte público que llegan se concentran en las estaciones de metro y de autobuses, y de forma notable en la estación de Ciudad Universitaria, adonde llega el

73% de los usuarios de transporte público. Esto hace que el sistema UNIBICI se vea obligado a gestionar una demanda muy marcada y focalizada en un punto y en una franja horaria concreta.

Es fácil comprobar que el sistema es incapaz de dar respuesta a toda esta demanda (10.000 usuarios entre las 9 y las 10 en la estación de Ciudad Universitaria). Tampoco sería lógico dimensionar para un sistema que diera respuesta a este hecho, pues estaría infrautilizado durante el resto del día; lo cual no significa que no se haya de dar respuesta a esta problemática. El equipo investigador de UNIBICI propone las siguientes líneas de acción para gestionar el sistema y evitar un posible colapso del mismo, recogidas a continuación.

#### **4.4.1. Adelantarse a la demanda**

La concentración de la demanda potencial en unas estaciones determinadas y en una franja horaria muy marcada, genera un problema, pero tiene también ciertas ventajas, pues una demanda de esas características es más fácil de prever que una demanda difusa y, por tanto, permite establecer mecanismos para intentar responder lo mejor posible.

Así, el sistema UNIBICI debe entrar en funcionamiento cada día, orientado claramente a la demanda que, en las primeras horas, se va a producir en la estación de Ciudad Universitaria. Para ello, es necesario que el número de bicicletas disponibles en esa base en las primeras horas sea muy alto, lo que implica varias posibles medidas:

- La base de préstamos de Ciudad Universitaria debe tener gran cantidad de puntos de anclaje. En el presente estudio hemos planteado 100 puestos, pues más ocuparían demasiada superficie, con las consecuencias que esto tendría sobre el paisaje urbano.
- Es necesario un almacén de bicicletas aledaño a esta base, de forma que los operarios puedan ir rellenando los puntos de anclaje que van quedando vacíos continuamente hasta el agotamiento de las bicicletas. En este sentido, la construcción del parking que se está ejecutando, ofrece una inmejorable oportunidad para habilitar un espacio para este almacén, talleres y otras dependencias necesarias (véase apartado 4.2.4 “Centro de gestión y el mantenimiento: sinergia con el aparcamiento subterráneo de Ciudad Universitaria”).
- La recirculación de las primeras horas debe ir enfocada a abastecer esta base de préstamo. El resto del día es previsible que el sistema se *autocompense*.

#### **4.4.2. Limitar el acceso al sistema mediante la emisión de un número determinado de tarjetas electrónicas.**

Un factor crítico del sistema es la fiabilidad, sobre todo tratándose de un sistema novedoso: si el usuario que quiere acceder a él no lo encuentra disponible, su opinión sobre el sistema decaerá y se habrán roto sus expectativas, con la consiguiente posibilidad de perder ese usuario. Este riesgo es aún mayor cuando el viaje donde no

se encuentra bicicleta disponible es el viaje de acceso al centro, pues es el que tiene una rigidez horaria mayor.

Hay varias formas de intentar asegurar la regularidad en el sistema y su buen funcionamiento. Así, comoquiera que no de los mayores problemas de UNIBICI es que su demanda potencial es demasiado grande, limitar la cantidad de usuarios con acceso al sistema puede redundar en un mejor servicio y mayor fiabilidad: es la opción entre apostar por un buen sistema para cierto número de usuarios o un sistema que funciona mal con una cuestionable cuota mayor de usuarios.

Una forma de ejercer esta regulación es limitar la emisión de tarjetas que dan acceso al uso del sistema, aun a costa de recortar esta fuente de ingresos. Así, el número de usuarios será el máximo al que se puede atender con un servicio con garantías, más cierto margen para recoger aquellos que no usarán el sistema de forma regular y fuera de las horas punta. Los cálculos llevados a cabo por el equipo UNIBICI estiman que este número puede oscilar entre los 10.000 y 15.000 usuarios, si bien la cifra exacta solo podrá conocerse cuando se diseñe el sistema definitivo e, incluso, cuando se explote.

Otro debate que suscita esta medida es el criterio para ofrecer el servicio a esta cantidad limitada de usuarios, que pueden ser varios, a saber: en función del orden con que se adscriben al sistema, según el uso que le den, según la distancia de sus centros de destino y el déficit en la oferta de transporte público, etc. Este será un debate complejo que deberá resolverse más adelante si el sistema se lleva a cabo.

#### 4.4.3. Establecer dos modalidades del sistema

El sistema UNIBICI tiene entre sus objetivos ofrecer un sistema de transporte fiable y eficiente, accesible al mayor número de usuarios. Estos dos objetivos pueden ser contrapuestos en ciertas ocasiones, pues dejar el sistema abierto al mayor número de usuarios implica que, cuando se produzcan concentraciones de la demanda, el sistema pierda calidad y fiabilidad.

Limitar el uso para garantizar la fiabilidad puede repercutir en que el sistema funcione fuera de su óptimo cuando esté fuera de la franja horaria punta. Hay dos tipos de movilidad para las que el sistema es una opción válida de transporte:

- La **movilidad de acceso** a la Ciudad Universitaria: se trata de movilidad concentrada en la hora punta, con viajes que comparten el origen de forma igualmente concentrada, y que requiere una gran fiabilidad de disponibilidad del sistema.
- La **movilidad de viajes internos**: esta es una movilidad con orígenes – destinos más dispersos que, por el efecto red, *autorregula* su gestión, no tiene puntas concentradas, y ni la fiabilidad es tan importante, ni sus usuarios tienen un esquema de uso fijo.

Cabe la posibilidad de diseñar un sistema con dos modalidades que responda a dos tipos de movilidad distintos, adaptándose en cada momento a las exigencias de los usuarios. Esta posibilidad gana fuerza por el hecho de que ambos tipos no son coincidentes en el tiempo: la movilidad de acceso tendría lugar, preferentemente,

desde la apertura del sistema hasta, aproximadamente, las diez y las once de la mañana, mientras que la movilidad interna se distribuye a lo largo del día, aunque, normalmente, después de las primeras horas de la mañana.

De esta forma, una propuesta interesante sería establecer las siguientes modalidades de uso:

- **Bajo reserva:**

Esta modalidad sería la operativa en la franja punta. El usuario podría realizar una reserva de su bicicleta que le asegurara encontrarla disponible a su llegada a la Ciudad Universitaria, con un margen de 10 minutos, tras los cuales su reserva caducaría y la bicicleta funcionaría en el sistema normalmente. Una vez depositada en el centro de destino, la bicicleta sería *recirculada* para atender a siguientes reservas.

Esta modalidad permitiría una gran fiabilidad, pues el usuario podría conocer en el momento de hacer su reserva si podría disponer de bicicleta, o si el cupo para la hora que la necesita, está ya cubierto.

La gestión electrónica y automática del sistema permite la posibilidad de diseñar un *software* para gestionar las reservas de forma óptima. Además, saber qué bicicleta será usada por cada usuario y su punto de destino, puede permitir que la recirculación se optimice, pues sabiendo previamente adónde van a ir a parar las bicicletas, se puede prever qué puntos serán los más críticos para la recirculación.

- **Normal:**

Una vez finalizada la franja horaria punta, el sistema puede pasar a una modalidad normal, donde se asegura que el mayor número de usuarios serán atendidos. En esta modalidad, la recirculación de bicicletas se debe hacer en tiempo real, pero como la movilidad ya no es tan pendular ni la demanda tan concentrada, la recirculación deja de ser un punto crítico.

#### 4.4.4. Caracterizar al usuario

Otra particularidad del sistema UNIBICI frente a otros sistemas de bicicletas públicas es que sus usuarios, así como los usos que le den al sistema, tienen una estrecha vinculación con su centro de trabajo o estudio, y poder vincular la información de cada usuario, como es el centro de trabajo, a la tarjeta que da acceso al uso del sistema, permite ciertas ventajas.

Una de esas ventajas sería la posibilidad de indicarle automáticamente, en el momento de tomar prestada la bicicleta, la disponibilidad de sitios libres en el punto de préstamo de su centro de estudio o trabajo, de forma que si se dirige a él pueda saber si va a poder dejar la bicicleta sin problemas. En el caso de que ese punto esté saturado sería deseable que, además, se indicaran los puntos de préstamo disponibles más cercanos.

Este servicio permitiría conseguir una mayor fiabilidad y la eliminación de posibles deficiencias en el sistema que harían descender, o eliminarían, la consideración positiva hacia el sistema.

## 4.5. Síntesis de resultados

En este apartado trataremos de sintetizar los contenidos del capítulo 4, reflejando los aspectos esenciales de lo que en él se trata, que es el diseño y dimensionamiento del sistema de bicicleta pública que se propone para la Ciudad Universitaria.

En una primera aproximación se fijan los objetivos y el usuario tipo. Estas serán las referencias de partida para abordar el diseño y su dimensionamiento.

<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover el uso de la bicicleta para desplazarse en la Ciudad Universitaria</li> <li>- Promover el uso del metro y del autobús interurbano extendiendo su accesibilidad</li> <li>- Consolidar una oferta de transporte modesta pero real y complementaria</li> </ul>
<b>Tipo de usuario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por perfil: estudiante, PAS o PDI que puede venir en metro</li> <li>- Por tipo de viaje: se usa la bicicleta para ir y volver al metro o para desplazamientos internos</li> <li>- Por tipo de uso: usuario planificado y fidelizado, que lo emplea como opción modal, y usuario esporádico, que lo utiliza como una alternativa más a la oferta existente</li> </ul>

Para el desarrollo e implantación del sistema se propone la creación de un Ente Público integrado por los promotores del proyecto UNIBICI.

Una vez fijadas estas bases y tras valorar los resultados de los análisis de accesibilidad y demanda en la Ciudad Universitaria realizados, se propone un sistema de bicicleta pública automático, es decir, el préstamo y la devolución de la bicicleta se realizan de forma automática mediante una consola digital controlada por una aplicación informática.

Este sistema se estima como muy recomendable para situaciones en las que la demanda es elevada, los usuarios son residentes y el uso es cotidiano (ver análisis DAFO en el apartado 4.1.2, de este capítulo) como ocurre en la Ciudad Universitaria.

### Elementos del sistema

El sistema constará de los siguientes elementos:

- **Bicicletas.** Será un modelo comercial de tipo urbano o de paseo adaptado al sistema de anclaje elegido. Se implantarán 500 bicicletas de las que se reservará un 10% para mantenimiento.
- **Depósitos-estaciones.** Se propone la instalación de 4 bases de referencia en los principales puntos de acceso a la Ciudad Universitaria y 25 estaciones secundarias repartidas entre los distintos centros. En total ofrecerán 715 puntos de anclaje. Estarán formadas por una columna con mandos que permiten

gestionar el préstamo o devolución de las bicicletas y una o varias bancadas con anclajes para el aparcamiento seguro de las mismas.

- **Centro de gestión y mantenimiento.** Se propone la creación de un centro de gestión y mantenimiento que centralice las siguientes actividades:
  - mantenimiento de las bicicletas
  - depósito general
  - gestión informática del sistema
  - atención al público

Para desarrollar estas funciones el centro dispondrá de:

- Almacén-taller. 700 m<sup>2</sup>
- Centro de control. 70 m<sup>2</sup>
- Oficina de atención al público. 25 m<sup>2</sup>

Se propone que estas instalaciones se ubiquen, todas juntas, aprovechando parte del espacio del aparcamiento subterráneo de existe actualmente bajo la plaza de Ramón y Cajal y la Avda. Complutense, junto a la estación de Metro Ciudad Universitaria.

### **Funcionamiento del sistema**

En cuanto al funcionamiento del sistema, se propone un horario diario de 7:30 a 22:00 circunscrito al ámbito de la Ciudad Universitaria. Una cuota de inscripción de 20 euros anuales dará derecho a utilizar el sistema durante un año, todas las veces que de desee al día durante un tiempo máximo de 30 minutos cada vez. A partir de los 30 minutos de uso se pagará 0,50 euros por cada media hora extra. Las bicicletas se recogen y se dejan en los depósitos-estaciones habilitados mediante el uso del terminal de cada depósito con una tarjeta personal y un código que se obtiene al registrarse.

Para resolver las lagunas que podría presentar el sistema propuesto (ver apartado 4.3.1.) se ofrece una solución que se puede aplicar como complemento o incluso como alternativa; la implantación de un sistema de bicicleta compartida (ver apartado 4.3.2) que permite reducir drásticamente la inversión y que ofrece más fiabilidad. A parte de esta medida, se pueden adoptar otras que afectan exclusivamente al sistema propuesto y que se describen con detalle en el apartado 4.4 de este capítulo.

Básicamente, para evitar un posible colapso del sistema por el desequilibrio que existe en la demanda, muy fuerte durante las primeras horas del día, se proponen 4 líneas de acción que se pueden acometer conjuntamente o por separado.

- Adelantarse a la demanda ofreciendo gran cantidad de anclajes y bicicletas en las bases origen, principalmente la de Ciudad Universitaria.
- Limitar el acceso al sistema mediante la emisión de un número determinado de tarjetas electrónicas.

- Establecer dos modalidades diferentes de préstamo del sistema que busque una mayor fiabilidad en las horas punta. Para esa franja horaria se ofrecería una modalidad bajo reserva que garantizase la disponibilidad de bicicletas. Para el resto del día la modalidad de préstamo sería la normal, tal y como se ha descrito anteriormente.
- La caracterización del usuario permite ofrecerle información personalizada sobre, por ejemplo, disponibilidad de plazas en el lugar de destino de manera que se eviten situaciones de conflicto como no poder dejar la bicicleta una vez se ha realizado el trayecto.

Si se da un paso más, el proyecto UNIBICI podría verse como una oportunidad de desarrollar un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico de sus elementos por parte de las universidades del campus, un proyecto que puede incluir la colaboración universidad-empresa.

Esta propuesta de implicación de los centros universitarios y de sus profesionales y alumnos en el desarrollo del sistema constituye el elemento fundamental y más ambicioso de una serie de medidas que se proponen como complemento del sistema de bicicleta pública y que cierran este capítulo. Junto a esta medida se proponen otras con dos objetivos fundamentales, la divulgación del sistema entre los usuarios a través de las universidades y la promoción del uso del sistema y de la bicicleta en general en la Ciudad Universitaria.

## 5. Acciones paralelas para la promoción del uso de la bicicleta en la Ciudad Universitaria

### 5.1. La necesidad de una visión global

Ya en la introducción se han puesto de manifiesto los problemas de espacio público y de movilidad en la Ciudad Universitaria. Se trata ahora de recalcar la relación que tienen ambas cuestiones, su relevancia para el proyecto UNIBICI y su impacto sobre la propia esencia y futuro de este espacio privilegiado de Madrid.

De hecho, este capítulo parte de la reflexión realizada por el equipo redactor, sobre algunos problemas que arrastra la CU y de algunos nuevos que surgirían tras la implantación del sistema, así como de tomar en consideración de otras acciones ya en marcha en la CU, que afectan a ambos aspectos, algunas de las cuales se han ido conociendo con el discurrir del proyecto.

Sirva de ejemplo la siguiente pregunta: ¿qué pasará cuando, como se ha visto en el programa de implantación, empiecen a circular por las calles de la Ciudad Universitaria 500 bicicletas?. Parece claro que los carriles bici o acondicionamientos que harán falta no son un elemento del proyecto UNIBICI y, sin embargo, para este equipo redactor es evidente que serán un componente decisivo para su éxito.

Se trata, por tanto, de razonar la conveniencia de adoptar una visión global del espacio público y la movilidad en la CU y, además, de efectuar, de forma tentativa pero, sobre todo, constructiva, algunas propuestas que son, sin duda, previas o, si se prefiere, provisionales, siempre con la intención declarada de suscitar debate e interés. Son cuatro posibles acciones a realizar en paralelo a UNIBICI, que tienen por objeto aumentar su viabilidad, así como contribuir a mejorar la Ciudad Universitaria de Madrid.

#### 5.1.1. El peligro de una irrupción poco planificada de la bicicleta en la CU

Vistas las tendencias en otros lugares de España, es previsible que la implantación del sistema UNIBICI se produzca en un marco general de incremento del uso de la bicicleta en Madrid. Es decir, no van a ser sólo los usuarios de UNIBICI los que aparezcan como nuevos usuarios del espacio público de la CU, sino que cabe esperar muchos otros estudiantes con su propia bicicleta. Los expertos en este tipo de procesos - y se puede comprobar volviendo a ciudades como San Sebastián o Barcelona- sostienen que, de repente, un día la ciudad se despierta como ciudad ciclista, de manera que los ciclistas, que el día anterior apenas se veían, adquieren, de la noche a la mañana, una presencia significativa en el espacio público. Y eso, aunque pocos lo crean, puede pasar en Madrid.

En todo caso, cuando este proceso no se planifica, quien habitualmente se ve más perjudicado es el peatón. El ciclista novel, ante la disyuntiva de circular por un espacio en el que la velocidad del tráfico es elevada (tráfico de paso en buena parte), y donde que la prioridad del automóvil es, legalmente, indiscutible, o avanzar por las aceras, suele tomar esta segunda opción. Si ello se produce, además en las horas punta, *i.e.*,

cuando las aceras se encuentran más saturadas de peatones, el conflicto está servido. Y, entonces, ¿qué pasa en los semáforos e intersecciones?, o ¿dónde se van a aparcar las bicicletas?

No se debe olvidar que la movilidad ciclista, a pesar de sus similitudes con el desplazamiento a pie, también presenta significativas diferencias (es un vehículo, puede desarrollar velocidades incompatibles, etc.) que, si no se valoran adecuadamente, pueden convertir a la bicicleta en un elemento agresivo para el peatón con quien entra en conflicto.

Cabe, incluso, revisar situaciones como las que plantea el “Estudio sobre las bicicletas públicas en España”<sup>26</sup>, del tipo ¿qué debe ir antes, el sistema UNIBICI o la construcción de infraestructuras básicas, como una verdadera red de vías ciclistas?; o ¿están preparados los estudiantes para utilizar las bicicletas, o es necesario desarrollar campañas en la universidad para su uso cívico?; o, también ¿cómo hacer el uso compatible con la bicicleta privada y con el peatón?

Ciertamente, el Ayuntamiento tiene presupuestada para el año 2009, la construcción de la vía ciclista de la Avda. Complutense en el marco de su Plan Director de Movilidad Ciclista; mas la cuestión parece más compleja y, al mismo tiempo, mucho más interesante para el futuro de la CU.

### **5.1.2. El espacio público y la movilidad en la Ciudad Universitaria**

Cualquiera que suba a la segunda o tercera planta de un edificio de la Ciudad Universitaria orientado al oeste, puede sentir que se encuentra en un lugar excepcional de la capital de España, dentro de Madrid pero a caballo entre el parque del Oeste, la Casa de Campo y el monte de El Pardo; todos ellos sin duda, y junto con el parque del Retiro, los espacios verdes mejores y más valiosos de la ciudad. No en vano el bosque en el que se asienta la CU era propiedad real, y fue cedido por Alfonso XIII en virtud de un Real Decreto del año 1927.

Se trata, además, de un espacio que cuenta con una localización accesible a pie desde el centro urbano, y una accesibilidad inmejorable mediante transporte público, gracias a las estaciones de metro de las líneas 3 y 6, el intercambiador de Moncloa, y la gran cantidad de líneas de autobús, urbanas e inter-urbanas, que lo cruzan.

Igualmente, el plano vertical y los espacios interiores de la CU, su arquitectura racionalista, son de una calidad y dignidad muy notables. De hecho, son obra de buena parte de los mejores arquitectos españoles surgidos entre los años 30 y los 70 del siglo XX (López Otero, Sánchez Arcas, Lacasa, Cabrero, Fisac, Fernández Alba, Higuera, De la Sota, Carvajal, García de Paredes, o Vázquez Molezún, por citar

---

<sup>26</sup> Estudio realizado por la Coordinadora en Defensa de la Bici (ConBici) y el Bicicleta Club de Catalunya, para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Fue redactado por Haritz Ferrando y Esther Anaya en noviembre de 2007, y se refundió en el documento “Guía metodológica de implantación de sistemas de bicicletas públicas en España IDAE - Conbici”, que se puede descargar de la sección “Documentación” del sitio [www.bicicletapública.org](http://www.bicicletapública.org).

algunos). Incluso alguno de los viaductos y obras que hizo Eduardo Torroja en la CU están ahí hoy todavía, y otros son, o al menos así cabe esperar, recuperables, como la estación subterránea del tranvía de la zona deportiva sur.

Fue, precisamente, su valor como conjunto histórico, lo que hizo que la Ciudad Universitaria fuera declarada Bien de Interés Cultural (BIC) en 1999<sup>27</sup>, y que se aprobara el Plan Especial AOE 00.07 "Ciudad Universitaria" para su protección con fecha 27 de julio de 2000. Ello implica que cualquier actuación urbanística sobre la CU debe atenerse a las normas del Plan Especial y, en general, debe partir de una reflexión y planificación especialmente cuidadosas.

Por ello, y sobre todo hoy en día, en un marco de competencia con las universidades privadas, llama la atención el contraste de las cualidades descritas con la realidad de la visión del campus desde el plano del suelo que, a nadie se le oculta, apenas refleja estas extraordinarias características. Difícilmente se tiene la sensación de estar en ese lugar privilegiado que, además, alberga tres de las universidades más antiguas y con trayectoria más prestigiosa de España.



**Ilustración 9. El tráfico en la Avenida Complutense**

Conscientes de la existencia de posibles problemas competenciales, presupuestarios o administrativos, sin duda importantes, pero hablando, más que desde un conocimiento detallado, desde la experiencia como usuarios de la CU y expertos en la cuestión, se apuntan dos posibles carencias relevantes.

<sup>27</sup> DECRETO 21/1999, de 4 de febrero



**Ilustración 10. Un espacio actualmente caracterizado por la presencia invasiva del coche**

En primer lugar, es necesaria una nueva política de diseño y gestión del espacio público. Sin duda, no es este el lugar para dictarla, mas parece claro que, al menos, debería partir de la definición de una tipología de espacios y de la identificación de aquellos que son, o tienen potencialidad de ser, singulares<sup>28</sup>. Ello daría paso a la necesidad de establecer un programa para intervenir y rediseñar estos últimos. y de crear un catálogo de imagen de la máxima calidad para el resto del espacio público. El objetivo sería hacer identificable el espacio de la CU, mediante la normalización no sólo de la *señalética*, sino del diseño de todos los elementos del espacio público, de acuerdo con la tipología anterior<sup>29</sup>.

Con todo, más importante aún parece definir, desde ahora objetivos y prioridades claros para el espacio público de la CU: ¿quién es el destinatario de ese espacio público?, ¿cuáles son las actividades a promover?, ¿cuáles se deben evitar?, punto

---

<sup>28</sup> El Plan Especial “Ciudad Universitaria” contiene un plano titulado “Catálogo de espacios públicos” similar al descrito.

<sup>29</sup> El desarrollo de un instrumento de este tipo está previsto en el citado Plan Especial “Ciudad Universitaria”, cuyo art. 2.3. manifiesta la conveniencia de aprobar para los proyectos de urbanización, una nueva “<Normalización de Elementos Constructivos> de forma expresa para el ámbito del P.:E., que subraye el contenido formal propio del área y sirva de identificador de la imagen de la Ciudad Universitaria, con el objetivo de alcanzar una mayor calidad del mobiliario urbano”. También en el artículo 7.2. y siguientes recogen una serie de criterios generales para los proyectos de urbanización y las zonas verdes.

donde entra el problema de la movilidad, a través del análisis de cuáles son las formas de acceso y movilidad interior a priorizar<sup>30</sup>.

Los datos que figuran en este estudio muestran que el automóvil no es ni hoy, ni como forma de acceso, un actor mayoritario en el ámbito de la CU de Madrid. Ciertamente, su importancia no se puede negar, pero el análisis efectuado y los datos obtenidos indican que, de acuerdo con la proporción de usuarios de la CU que lo utilizan, su dominio y aparcamiento no deberían ser prioridades absolutas en las políticas de ordenación del espacio universitario.

En este sentido, es bien conocido que uno de los grandes problemas de la Ciudad Universitaria es que su espacio principal - la avenida Complutense, y también la avenida de la Coruña, las Avenidas. Juan de Herrera y Ramiro de Maeztu-, además de otras calles menores, albergan un tráfico de paso absolutamente ajeno a su función universitaria, y sirven al acceso y salida de la ciudad. En este estudio, se ha estimado que la cantidad de viajes realizados diariamente por automóviles y personas ajenas a la CU ronda los 115.000 v-km/día, una cifra asombrosa, que no hace sino precisar y enfatizar la importancia del problema.

Igualmente, cabe destacar otras cuestiones, como el vallado y segmentación del espacio público, o el diseño actual de las calles, una sección tradicional con bordillo, pensada en origen para satisfacer las necesidades del vehículo motorizado, sin haber incorporado apenas los nuevos elementos del templado de tráfico (calzadas compartidas, intersecciones con pérdida de prioridad, pasos de peatones elevados, etc.), que sirven para disminuir su intensidad y velocidad, y reasignar la prioridad al peatón o a la bicicleta allá donde sea necesario y posible. Diseño que, en fin, a duras penas consigue contener el aparcamiento indiscriminado.



<sup>30</sup> De hecho, los usos urbanísticos “vía pública” y “transporte” apenas tienen relevancia en el Plan Especial, y no tienen un tratamiento especial (art. 4.7), sino que se remite a las normas generales del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid. De lo que no es edificación, sólo los jardines parecen tener un tratamiento detallado y pormenorizado (art 6.3) en el Plan Especial. En realidad, únicamente los jardines tienen regulación detallada, (aunque no pormenorizada) en las normas del Plan Especial.



Ilustración 11. Un espacio caracterizado también por la conducta invasiva del coche

### 5.1.3. Otras acciones en marcha que afectan a la movilidad

Existen toda una serie de acciones en marcha que pueden afectar al proyecto, incluso en los aspectos que se acaban de señalar, o al revés, proyectos para los que el UNIBICI puede significar una oportunidad de reconsideración y mejora, entre ellos:

- Plan Director de Movilidad Ciclista y proyecto de banda ciclista en la Avda. Complutense (Área de Obras del Ayuntamiento de Madrid).
- Estudio sobre el tráfico de paso en la Ciudad Universitaria (Área de Movilidad del Ayuntamiento de Madrid).
- Apertura del aparcamiento subterráneo de la plaza de Medicina (Universidad Complutense).
- Celebración de la semana de la movilidad de la Ciudad Universitaria (Consortio Urbanístico de la Ciudad Universitaria).
- El proyecto pendiente de Remodelación de infraestructuras del Eje de la Avenida Complutense (Consortio Urbanístico de la Ciudad Universitaria).

Ante tal cantidad de propuestas, con distintos responsables al frente y diferentes grados de desarrollo, resulta imprescindible establecer la coordinación entre ellas.

## 5.2. Propuesta de acciones y medidas a acometer en paralelo

### 5.2.1. Desarrollar un Plan de Movilidad Sostenible y crear una Oficina de Movilidad en la CU

La condición de BIC de la CU, junto con la necesidad de coordinar todas las cuestiones suscitadas en el punto anterior, así como la importancia que los objetivos de sostenibilidad comienzan a tener en nuestra sociedad -más aún entre la comunidad

universitaria-, llevan a plantearse la siguiente pregunta: ¿por qué no un Plan de Movilidad Sostenible para la CU?

En efecto, en España y entre todos los sectores productivos, el transporte urbano es uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero y el que mantiene una tendencia al alza más difícil de frenar. El Libro Verde del Transporte Urbano de la Comisión Europea o la Estrategia de Eficiencia Energética Española (E4), apuestan por este tipo de instrumentos, llamados de Gestión de la Demanda de Transporte, para reducir el impacto y las externalidades de éste.

Ya se ha hecho hincapié en que el carácter de BIC, unido a su perfil universitario, obliga a planificar cuidadosamente cualquier actuación a realizar en la CU. En este sentido, los planes de movilidad sostenible son un nuevo instrumento que busca compensar la tendencia al abuso del vehículo privado con un solo ocupante, tanto a través de medidas de promoción de los modos de transporte de menor impacto (peatón, bicicleta y transporte público) y de mejora de la eficiencia del sistema (coche compartido, bicicleta compartida), como de restricción del uso del automóvil con una sola persona.

En el caso que nos ocupa, la comunidad universitaria ofrece condiciones inmejorables para llevar a cabo este tipo de acciones: una población joven, con hábitos de transporte por consolidar, una oferta de transporte público excelente, diversas iniciativas para promover el uso de la bicicleta, posibilidad real de gestionar el espacio público y el aparcamiento, etc.

Además el Consorcio Urbanístico de la Ciudad Universitaria cuenta ya con una iniciativa, UNIVERDE, entre cuyos objetivos se encuentra la promoción de la movilidad sostenible, así como con un Plan para la Sostenibilidad, en el marco del cual, seguramente, se podría desarrollar el Plan de Movilidad, como una parte más del mismo. Los instrumentos de diagnóstico, participación y evaluación que utiliza hoy UNIVERDE, son comunes con estos nuevos planes de movilidad y, además, dispone de un espacio propio y personal al cargo que, si se estima oportuno, podría albergar y gestionar una futura “Oficina de Movilidad” del campus, probablemente una de las acciones centrales del Plan de Movilidad.

En cuanto a la financiación del plan, dos de los promotores de UNIBICI pueden, de nuevo, desempeñar un papel importante: el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), del Ministerio de Industria, que cuenta con una línea de financiación de este tipo de planes que, en la Comunidad de Madrid, gestiona el Consorcio Regional de Transportes.

Finalmente, cabe citar que en la ciudad universitaria se hallan, también, algunos de los grupos de investigación más importantes de España en este campo. No en vano, a dos de ellos, TRANSYT y el Departamento de Urbanismo de la UPM, pertenecen los autores de este estudio. Así, diversas guías de ámbito nacional y autonómico sobre cómo redactar este tipo de planes, planes ya redactados e, incluso, participación en el diseño de buena parte de este tipo de medidas (desde planes de movilidad ciclista, a la gestión de una oficina para promover el coche compartido pasando por planes de movilidad en empresas), se pueden encontrar en el currículum de ambos.

### 5.2.2. **Proyectar a lo grande la Avenida Complutense**

Entre las carencias que presenta el espacio público de la Ciudad Universitaria descritas más arriba, destaca la actual situación de la Avenida Complutense.

Si, como se decía entonces, a fin de establecer un programa de actuaciones que lleve al espacio público del campus al lugar que le corresponde, es preciso definir primero cuáles son los espacios singulares de la CU, está claro que la Avda. Complutense o la plaza de Medicina habrían de estar en ese catálogo. Es más, por su simbolismo, por su carácter *estructurante*, etc., no parece necesario esperar a que se lleve a cabo estudio alguno o catalogación para entender que se trata del espacio más singular de la CU.

Sin embargo, concurren en este espacio dos problemas: el enorme tráfico de paso que soporta, que lo ha configurado como una vía arterial de tráfico, (en vez de como el gran eje que une y donde confluyen todas las facultades), y el hecho de que se trata de un eje con un gran vacío en su centro, pues no se ha culminado el gran edificio de Paraninfo proyectado originalmente, que aglutinaría esta avenida con las plazas de Derecho y Medicina, y dotaría de sentido al conjunto de la CU.

El Plan Especial, por su parte, tiene sus propias determinaciones sobre este espacio y, además cuatro de las acciones ya descritas -el proyecto de vía ciclista del PDMC, la próxima apertura del aparcamiento subterráneo, el estudio del Departamento de Movilidad del Ayuntamiento y el proyecto de remodelación de infraestructuras del eje de la Avda. de la Complutense-, inciden sobre él, sin que parezca existir coordinación entre ellos.

Todo ello, en suma, lo convierten en un espacio con solución compleja que necesita del concurso de expertos en patrimonio, en paisaje urbano o en tráfico y, sin duda, de una gran dosis de talento. En realidad, presenta todas las condiciones para ser objeto de un gran concurso internacional, u otro tipo de aproximación singular que pudiese transformarlo en el gran salón urbano de la Ciudad Universitaria de Madrid, donde se pudiera reconocer, por fin, el conjunto y una comunidad que no acaban de ser tales; concurso cuyos objetivos serían la valoración de alternativas al tráfico actual, junto con la inclusión de actividades que dinamicen el eje y un rediseño de los grandes espacios y plazas cuidadoso, participado y atractivo para los habitantes de la CU, sus estudiantes, trabajadores, docentes, investigadores, etc.

### 5.2.3. **Planificar una red ciclista segura y completa para la CU**

#### **a. *La Red Ciclista Básica del PDMC de Madrid***

El Plan Director de Movilidad Ciclista de Madrid (PDMC) es el documento de referencia para la promoción de la movilidad ciclista en Madrid, aprobado recientemente por el pleno del Ayuntamiento (22 de mayo de 2008). Sus características principales se han descrito ya, tanto en el capítulo introductorio, dentro del apartado "*Los proyectos en marcha en la Ciudad Universitaria*", como en el capítulo segundo de análisis de la oferta de transporte y accesibilidad, apartado "*Inventario de infraestructuras existentes para la movilidad ciclista*".

Al objeto de este estudio, lo importante es que establece dos tipos de red ciclista, básica y complementaria, que han de servir de soporte *infraestructural* para la promoción ciclista en todo Madrid y en la CU. Según el plan, la red básica tiene 457 km y se localiza de acuerdo con distintos criterios (continuidad, rapidez, seguridad, comodidad, etc.)<sup>31</sup>: El PDMC incluye un *prediseño* de la sección transversal de toda esta red, dividiéndola en tramos homogéneos y proponiendo tanto el tipo de banda ciclista (carril bici, acera bici, senda bici, etc.), como su posición en la sección transversal (en la calzada, sobre la acera, etc.), que luego se diseña en detalle con cada proyecto de urbanización.

Esta red debe desarrollarse según un programa de inversiones que tiene su horizonte temporal en 2016, y a ella corresponde el proyecto de vía ciclista para la Avenida Complutense, citado anteriormente. Su extensión, dentro del ámbito de la CU, puede verse en el **plano 03**.

#### **b. Un Plan Ciclista de la CU (Red Ciclista Complementaria)**

Según el PDMC, además de las vías ciclistas que va a construir de manera inmediata el Ayuntamiento, y que conforman la red básica de la CU, hay que desarrollar la red complementaria, parte imprescindible de la red ciclista, cuya funcionalidad y objetivos describe el propio documento<sup>32</sup>:

*“Una vez establecida la estructura de la red básica conviene definir para cada distrito o barrio cuales son los destinos más importantes y como se puede garantizar el acceso cómodo y seguro en bicicleta estos puntos. O al revés, como se puede mejorar el acceso a la red básica desde cada distrito o barrio, cuales son los puntos conflictivos y cuáles son las medidas infraestructurales necesarias (vías ciclistas, moderación del tráfico) para mejorar las condiciones de la movilidad ciclista a nivel distrital o de barrio.”*

Se trata de una parte de la red que las Juntas de Distrito, los promotores de nuevos desarrollos o los gestores de zonas especiales de Madrid, como la Ciudad Universitaria, han de proponer y desarrollar de forma coordinada con el Ayuntamiento.

Para poder proyectar y construir esta Red Ciclista Complementaria, con carácter previo a los proyectos de urbanización, es necesario realizar un *prediseño*<sup>33</sup>: como en el caso de la red básica, habrá que definir la sección transversal de toda esta nueva red, dividiéndola en tramos homogéneos y proponiendo el tipo de banda ciclista (carril bici, acera bici, senda bici, etc.), así como su posición en la sección transversal (en la calzada, sobre la acera, etc.), etc.<sup>34</sup>

---

<sup>31</sup> Avance del Plan Director de Movilidad Ciclista de Madrid, capítulo 2.

<sup>32</sup> Avance del Plan Director de Movilidad Ciclista de Madrid, capítulo 2.

<sup>33</sup> Algo que el PDMC hace para la Red Básica, mas no para la Complementaria

<sup>34</sup> En este estudio se han asimilado los recorridos ciclistas a los peatonales, dadas las similitudes existentes entre los dos modos (versatilidad, flexibilidad, etc.), lo que en principio podría indicar que son plenamente compatibles. Sin embargo, esto debe puntualizarse: que se hayan asimilado los itinerarios para estudiar la accesibilidad peatonal y ciclista, no quiere decir

En el capítulo 2 de este estudio se ha definido y descrito una red de itinerarios ciclistas para la Ciudad Universitaria, ideada para el estudio de accesibilidades realizado (**plano 07** y **plano 10**), y compuesta por aquellos itinerarios que, según el análisis llevado a cabo, tiene mayor potencialidad de uso ciclista, lo que totalizaba 7,3 km dentro de la CU. Aunque se trata de una primera aproximación a la red complementaria, lo cierto es que aún no lo es y no puede ser considerada como tal<sup>35</sup>.

Por tanto, debe quedar claro que todavía está por planificar y proyectar la irrupción de la bicicleta en la Ciudad Universitaria, y que implantar una red de vías ciclistas necesita, antes de cualquier proyecto constructivo, de un estudio específico y pormenorizado que ofrezca una solución concreta para cada sección viaria que vaya a integrar el itinerario ciclista, valorando su viabilidad, definiendo la mejor tipología de vía ciclista a adoptar, si es el caso, y aclarando cómo y de dónde se obtendrá el espacio necesario.

El mejor marco para realizar esta definición sería, sin duda un plan ciclista, el Plan Ciclista de la CU, un plan pequeño pero perfectamente adecuado para la promoción del uso ciclista en la Ciudad Universitaria. Ello incluiría el estudio y propuesta de red complementaria, la localización de los aparcamientos para bicicletas, la permeabilización de barreras, propuestas de templado o pacificación del tráfico motorizado, mejoras de la intermodalidad y, naturalmente, acciones de divulgación y formación.

Algunas de estas actividades no son especialmente onerosas y, sin embargo, podrían favorecer extraordinariamente, tanto el desarrollo de UNIBICI como la promoción del uso de la bicicleta en el campus. De hecho, se podrían hacer en buena parte con los medios y recursos con los que ya cuenta el Consorcio Urbanístico de la Ciudad Universitaria (mantenimiento, obras de mejora de la urbanización, etc.), y las tres universidades (programas formativos complementarios, medios internos de divulgación, etc.).

Se exponen a continuación, de forma independiente, aun cuando el marco ideal para su desarrollo sería el Plan Ciclista de la CU, las acciones citadas.

### ***c. Medidas de templado del tráfico para compatibilizar ciclistas y automóviles***

Dentro de este estudio –concretamente, en el apartado sobre accesibilidad (capítulo 2, **planos 07** y **10**)- se definió una tercera red, denominada “*Otros itinerarios ciclistas*”, que recoge los itinerarios que, según UNIBICI, tendrían una demanda secundaria de movilidad ciclista (11,2 km).

---

que esa red de itinerarios se pueda convertir directamente en una red de vías ciclistas; y, mucho menos, se debe sacar la conclusión de que la bicicleta deba circular por los espacios que ya utiliza el peatón en sus desplazamiento (en ocasiones escasos o mal acondicionados).

<sup>35</sup> Diseñar la red ciclista complementaria de la CU no era, ni podía ser, un objetivo de UNIBICI, y tampoco se disponía del tiempo ni de los medios para hacerlo

¿Qué se debe hacer con estas calles que corresponden en su gran mayoría a vías con poco tráfico rodado?. En principio, la demanda previsible de ciclistas no justifica la creación de vías ciclistas; pero, es igualmente cierto que es razonable suponer que algunos habrá. Por ello, y para conseguir su circulación segura, se propone tratar este viario con medidas conocidas como de “templado” o “pacificación” del tráfico; medidas físicas que sirven para reducir la velocidad e, incluso, la intensidad del tráfico motorizado. Destacan, entre ellas, las zonas de calzada elevada al nivel de las aceras o con pavimento diferente, donde la prioridad es de los peatones o ciclistas y no de los automóviles, las glorietas y pérdidas de prioridad en la intersección, que obligan a reducir la velocidad, los pasos de peatones elevados o badenes, u otros menos costosos, como lomos, bandas de alerta, señalización, vegetación, etc., todo ello con el objetivo de reducir la velocidad a 20 o 30 km/h, donde son compatibles los tres usos, el automóvil, la bicicleta y el peatón.

Como en el caso de la red complementaria, sería necesario un estudio detallado de esas vías una a una, con carácter previo a los proyectos, para saber la conveniencia y tipo de medidas a adoptar. Un estudio que, a no dudar, habría de coordinarse con los servicios técnicos del Consorcio, y que permitiría obtener, además, una serie de directrices con las que acometer los futuros trabajos de mantenimiento y obras de la red viaria del campus.

#### **5.2.4. Promover y gestionar la movilidad ciclista**

La promoción pública de la movilidad ciclista es un elemento fundamental a la hora de fomentar y desarrollar una nueva cultura de la movilidad, donde la bicicleta deje de valorarse como una herramienta para el ocio y el esparcimiento, y pase a considerarse un medio de transporte más al servicio de nuestros desplazamientos cotidianos en competición directa con los otros medios. En el caso de la bicicleta pública, el objetivo se centrará en conseguir que se valore como un medio de transporte público pero, en cualquier caso, será necesario promocionar su imagen como medio de transporte, así como su uso.

##### **a. Campañas**

Las campañas buscarán la promoción activa del uso de la bicicleta como medio de transporte en la Ciudad Universitaria a través de fórmulas que incentiven su utilización mediante ayudas u otras facilidades dirigidas a la población universitaria de manera extensiva que no olvide a ninguno de los grupos de usuarios (estudiantes, PAS y PDI), haciéndoles partícipes del proceso mediante su implicación directa. Es importante que las campañas se vinculen a compromisos ya adquiridos por la administración pública respecto de la bicicleta de forma tal que se produzca un refuerzo mutuo.

Las campañas de promoción del uso de la bicicleta se pueden dividir en dos grupos; las que se desarrollan en el ámbito académico, dirigidas principalmente a los estudiantes, y las que tienen lugar en el ámbito laboral, orientadas a fomentar el desplazamiento al trabajo en bicicleta, que afectarían al PAS, al PDI y a centros sin perfil universitario pero con un número importante de usuarios, como el CIEMAT. En el entorno académico existen algunas experiencias españolas, que pueden constituir una

buena referencia para el caso de la Ciudad Universitaria, como los proyectos BICICAMPUS<sup>36</sup> y BICIZOOM<sup>37</sup>.

**b. Educación y formación**

En principio, podría parecer que la formación y educación vial (incorporando a la bicicleta) tiene cabida y es, incluso, más apropiada durante el periodo escolar, dirigida a los niños y niñas que comienzan a formarse en el conocimiento y utilización del medio. Sin embargo, se pueden realizar también actuaciones que refuercen el conocimiento y percepción de la bicicleta como alternativa a los medios de transporte tradicionales, tratando de incorporar la movilidad ciclista y sus problemas asociados al ámbito académico particular, de manera que los estudiantes se formen profesionalmente aceptándola como alternativa. ¿Por qué no dirigir algunos trabajos prácticos a estudiar, proyectar, documentar o resolver cuestiones relacionadas con la bicicleta y la movilidad ciclista?

**c. Recursos informativos**

La difusión de información para los usuarios de la bicicleta resulta muy conveniente: sólo un buen conocimiento de las posibilidades que ofrece la bicicleta en la Ciudad Universitaria conseguirá animar a los posibles usuarios a utilizarla. En este sentido, una buena señalización (conseguir la máxima comunicación con los mínimos recursos) visibilizará a la bicicleta y hará menos incierto el trayecto del ciclista.

Sería muy beneficioso incorporar a los planos de transporte público<sup>38</sup> la red de estaciones y de vías ciclistas existentes, como una extensión del sistema de transporte público.

**d. Gestión de la movilidad ciclista**

La movilidad ciclista necesita una atención específica y especializada que permita darle el impulso necesario desde el principio hasta su consolidación como forma de desplazamiento en el campus.

Al igual que cualquier otra cuestión que afectase al conjunto universitario, la gestión de la movilidad ciclista debería ser competencia del Consorcio Urbanístico de la Ciudad Universitaria, entre cuyos fines se encuentra buscar “...la actuación concordada de las

---

<sup>36</sup> Proyecto puesto en marcha en 1991 por la Universidad de Zaragoza. Ver “Análisis económico, social y ambiental del transporte en la Universidad: BICICAMPUS, valoración de una experiencia práctica”, ponencia de Pedro Arrojo y Javier Fernández en el Congreso Velocity 97, celebrado en Barcelona. Libro de Ponencias. Ayuntamiento de Barcelona, Amics de la Bici y ECF. Barcelona, 1997.

<sup>37</sup> Un convenio suscrito en febrero de 2004 entre el Ayuntamiento de Terrassa y el Bicicleta Club de Catalunya (BACC), permitió poner a disposición de los estudiantes del campus de la Universidad Politécnica de Cataluña en Terrassa, bicicletas destinadas a resolver el desplazamiento entre los centros universitarios y la red de ferrocarril de cercanías.

<sup>38</sup> En ese sentido, existe ya la experiencia del Consorcio Regional de Transportes de incorporar en sus planos de distrito de Madrid (serie 5) la información referente al trazado del Anillo Verde Ciclista en aquellos ámbitos espaciales atravesados por dicha infraestructura.

*Universidades que comparten el sistema general definido en el Plan General de Ordenación Urbana como Ciudad Universitaria...<sup>39</sup>.*

Para una buena gestión de la movilidad ciclista en la Ciudad Universitaria, el consorcio debería destinar recursos humanos y económicos suficientes para la creación en la administración universitaria de un “espacio” propio, con competencias y capacidad de intervenir en el que recayesen, al menos, las siguientes funciones:

- Promoción de un plan de movilidad sostenible
- Desarrollo y supervisión de la implantación del plan y sus proyectos
- Coordinación de actuaciones con otras administraciones
- Seguimiento de la situación de la movilidad ciclista
- Encauzar la relación entre la administración universitaria y los usuarios

### **5.3. Síntesis de resultados**

Este capítulo parte de la reflexión realizada por el equipo redactor sobre ciertos problemas relativos a la movilidad y al espacio público que arrastra la CU, de algunos nuevos que surgirán sin duda como consecuencia de la implantación del sistema, y del análisis de las condiciones externas a UNIBICI, necesarias o deseables para su viabilidad.

En efecto, respecto a los problemas de movilidad actuales, sin duda la gran cantidad de tráfico motorizado de paso, ajeno a la CU -hasta 115.120 v-km/día según establecido en Capítulo 6-, condicionará en gran manera el futuro uso de la bicicleta en la CU; y lo mismo sucede con el aparcamiento indiscriminado sobre aceras o espacios no habilitados para ello.

Ambos problemas inciden negativamente en la calidad del espacio público del campus, y contribuyen a que ésta resulte tan baja pese a la enorme potencialidad del lugar, uno de los más extraordinarios parques urbanos de Madrid, además de un conjunto declarado Bien de Interés Cultural (BIC) en 1999, y pese al nivel de las organizaciones presentes en el campus, entre ellas tres de las universidades de mayor tradición e importancia de España. Una debilidad extraordinariamente llamativa en el actual contexto de competencia con las universidades privadas.

Existen, además, otras acciones ya en marcha en la CU que afectan a estos dos aspectos y, finalmente, al proyecto UNIBICI: se trata del estudio del área de Movilidad del Ayuntamiento sobre el tráfico en la CU, o los tres proyectos existentes sobre la Avenida Complutense, como la nueva vía ciclista del PDMC, la apertura del aparcamiento subterráneo de la plaza de Medicina y el postergado Proyecto de remodelación de las infraestructuras del eje.

---

<sup>39</sup> El Consorcio Urbanístico de la Ciudad Universitaria fue creado por las tres universidades, UCM, UPM y UNED, el 28 de noviembre de 1990. En 1991 se incorporó el Excmo. Ayuntamiento de Madrid. El Consejo de Dirección, en sesión celebrada el 12 de marzo de 2003 acordó la única modificación de los Estatutos hasta la fecha (B.O.C.M. 4/6/03).

Con todo, el interés de un planteamiento o planteamientos globales, que es realmente lo que aquí se propone, va más allá de cuanto sucede actualmente. Sirva de ejemplo la siguiente pregunta: ¿qué pasará el día que, como se ha visto en el programa de implantación, empiecen a circular por las calles de la Ciudad Universitaria 500 bicicletas?. Parece obvio que los carriles bici o la ejecución de los acondicionamientos necesarios, no forman parte del proyecto UNIBICI y, sin embargo, este equipo redactor tiene claro que habrán de ser un componente decisivo para su éxito.

Se trata, por tanto, de insistir en la conveniencia de proyectar e intervenir desde una visión global del espacio público y la movilidad en la CU y, además, de realizar algunas propuestas que, aun siendo necesariamente previas, provisionales o tentativas, tienen la intención de suscitar el debate constructivo, despertando el interés tanto de los organismos responsables como de la comunidad universitaria.

Para ello, sintetizamos a continuación cuatro posibles acciones que, bajo el común denominador de la planificación, se habrían de realizar en paralelo a UNIBICI con objeto de aumentar su viabilidad, cuya meta final, en realidad, es mejorar la Ciudad Universitaria de Madrid como comunidad universitaria.

- La formulación y ejecución del un **Plan de Movilidad Sostenible** para la CU que coordinase y encauzase las actuaciones anteriores, apuntando hacia un futuro de sostenibilidad en el transporte, uno de los sectores de mayor emisión de gases de efecto invernadero (GEI). En la CU de Madrid confluyen una población joven, con hábitos de movilidad aún por establecer, una excelente oferta de transporte público, diversas iniciativas para promover el uso de la bicicleta -entre ellas UNIBICI-, con la posibilidad real de gestionar el espacio público y el de aparcamiento; además de la coherencia de un plan de este tipo con los objetivos de una de las principales iniciativas del CUCUM, UNIVERDE, que podría proporcionar un lugar y personal propio para establecer la futura Oficina de Movilidad del Campus.
- Retomar y priorizar el objetivo de **proyectar la Avenida Complutense** como corazón del campus. En efecto, puestos a apostar por este espacio en la CU, se ve que presenta todas las condiciones para ser objeto de un concurso internacional, o de otro tipo de aproximación especial que pudiese transformarlo en el gran “salón urbano” de la Ciudad Universitaria de Madrid, donde pudieran reconocerse el conjunto y la comunidad; concurso cuyos objetivos serían la valoración de alternativas al tráfico actual, junto con la inclusión de actividades que dinamicen el eje y un rediseño cuidadoso y participado del mismo y sus grandes plazas, haciéndolas atractivas para los habitantes de la CU. Dadas las exigencias presupuestarias, habría que establecer un programa a largo plazo al que se refiriese, en adelante, cualquier actuación sobre el mismo.
- La planificación de una red ciclista segura y completa para la CU, **el Plan Ciclista de la CU**. En efecto, la red proyectada dentro del PDMC en la CU no es suficiente para la promoción de la movilidad ciclista, según el propio documento reconoce. Se necesita, además, una red complementaria (que se ha aproximado en UNIBICI), medidas de templado de tráfico u otras

- actuaciones para conseguir una circulación segura de la bicicleta en el resto de las calles, aparcamientos para bicicletas, así como medidas de permeabilización de las barreras existentes (A-6) y de promoción y gestión de la movilidad ciclista
- Si, por falta de acuerdo o razones presupuestarias, las anteriores acciones no se pudiesen acometer en un plazo breve y, en concreto, antes de la puesta en marcha de UNIBICI, se propone comenzar con una planificación básica de la red viaria actual que permita adoptar **medidas de bajo costo**, como son las de templado del tráfico en puntos concretos, la señalización horizontal o vertical o la promoción y gestión de la movilidad ciclista. Es de esperar que este tipo de medidas puedan desarrollarse con cargo a los presupuestos corrientes de mantenimiento y obras del Consorcio, o que se apoyen en los medios de difusión externos e internos de las propias universidades (oficinas de prensa, webs institucionales, periódicos universitarios, folletos, matrículas, etc.).

## 6. Evaluación de eficiencia energética y ambiental

El tráfico de vehículos a motor en la Ciudad Universitaria de Madrid puede clasificarse en tres tipos:

- Tráfico de paso de los vehículos que entran desde la A-6 y la cruzan para dirigirse a la avenida de la Reina Victoria y, con menor intensidad, a Sinesio Delgado y viceversa.
- Tráfico que tiene como destino la propia Ciudad Universitaria o que pasa a través de alguna de sus vías para dejar a algún pasajero.
- Tráfico generado por los movimientos de los usuarios de la Ciudad Universitaria para desplazarse dentro de ella.

La implantación de un sistema de bicicleta pública sólo afectaría, en principio, a los dos últimos casos, pero dada la alta intensidad de vehículos que atraviesan el recinto universitario, es necesario detenerse a estudiar las emisiones que ello genera.

En primer lugar, se estudian las emisiones unitarias de los contaminantes CO (monóxido de carbono), NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno), PM (partículas en suspensión) y CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), no tóxico, pero uno de los gases que más contribuye al efecto invernadero<sup>40</sup>. Para el cálculo de emisiones se distribuirá el parque de vehículos que atraviesan o acceden a la Ciudad Universitaria análogamente a como está distribuido el parque madrileño, a partir de cálculos elaborados por TRANSyT, que tienen su origen en las estadísticas publicadas por la Dirección General de Tráfico y el Ayuntamiento de Madrid sobre el parque de vehículos, y en una muestra de 1.200 vehículos analizada por TRANSyT.

Al estudiar los resultados de las estimaciones de consumo de combustible y emisiones de gases procedentes de los motores de los vehículos, se aprecian numerosos condicionantes que pueden hacer diferir los valores reales de los calculados, como la edad del vehículo, su cilindrada y tipo de combustible, el kilometraje recorrido en el viaje en cuestión, el efecto del desgaste del vehículo y las condiciones de temperatura en las que trabaja. El inconveniente estriba en conocer con mayor o menor exactitud esos datos.

Uno de los primeros datos que hay que averiguar a la hora de manejar el modelo, o de hacer una estimación menos elaborada que en muchos casos -y quizá más en el caso del tráfico urbano-, puede ser más que suficiente, se refiere a los valores de los consumos de combustible proporcionados por los fabricantes de vehículos, datos que se obtienen en unas condiciones muy controladas. Además, los consumos reales se separan muy a menudo de los facilitados por el fabricante, sobre todo en circulación urbana, donde las condiciones del tráfico y los trayectos excesivamente cortos, no permiten que la máquina funcione de la manera más eficiente. En cuanto a las otras

---

<sup>40</sup> Téngase en cuenta que en España el sector transporte emite entre un cuarto y un tercio del total de estas emisiones.

variables de entrada al modelo, se tomarán las edades conocidas del parque y una distancia media diaria recorrida de 16,4 km (EDM'04).

Las cifras de consumo y emisiones de CO<sub>2</sub> recogidos en la “Guía de Vehículos Turismo de Venta en España, con Indicación de Consumos y Emisiones de CO<sub>2</sub>. Directiva Europea 1999/94/CE. Real Decreto 837/2002”<sup>41</sup>, permiten estimar que, por cada litro de combustible consumido, cada coche de gasolina emitirá 2,32 kg de CO<sub>2</sub>, mientras que su consumo rondará los 7 litros cada 100 km. En el caso de un vehículo de gasóleo, la emisión de CO<sub>2</sub> será de 2,6 kg por cada litro de combustible empleado, pero hay que tener en cuenta que el motor Diesel es más eficiente, y consume unos 6,25 litros cada 100 km. Utilizando estos valores, se obtiene una buena aproximación para el cálculo del gasto energético y de las emisiones de gases de efecto invernadero, si bien hay que insistir en la importancia que el uso del vehículo, la forma de conducir, las condiciones del tráfico y el estado de los vehículos, tienen en el consumo de combustible y, por tanto, en la cantidad de gases emitidos.

Hay que saber, además, cuántos vehículos llegan cada día a la Ciudad Universitaria. En este sentido, la cifra media diaria es de 62.729 vehículos<sup>42</sup>, de los cuales 20.146 tienen como destino la propia Ciudad universitaria. Esta cifra se ha obtenido a partir de los resultados de la encuesta, que fija en 27.198 las personas que acceden a la Ciudad Universitaria en coche, aplicando el índice de ocupación de 1,35 personas/vehículo que propone la Instrucción para el Diseño de la Vía Pública cuando no se dispone de datos específicos.

Comoquiera que la puesta en marcha de UNIBICI reduciría estos vehículos en un 19% diario, según los resultados de la encuesta, cabría esperar una reducción de 3.826 vehículos cada día.

Por otro lado, el tráfico de paso no se vería influido directamente por la implantación de UNIBICI, pero hay que considerar que tiene un efecto significativo sobre la Ciudad Universitaria dado el elevado número de vehículos que supone, 42.582, motivo por el cual se ha tenido en cuenta en los cálculos sobre emisiones de CO<sub>2</sub> y de gases contaminantes que se presenta a continuación, junto al tráfico que tiene como destino la Ciudad Universitaria y el que genera los viajes internos.

## 6.1. Consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub>

Los datos de tráfico obtenidos, según se ha mencionado, fueron:

- Viajes de paso: 42.582 vehículos/día. Distancia media recorrida en la CU: 2,7 km (IMD 2006), correspondientes a 115.120 v-km/día.
- Viajes con destino en la Ciudad Universitaria: 20.146 vehículos/día. Distancia media recorrida: 16,4 km. (EDM' 04).
- Viajes internos: 5.428 vehículos/día. Distancia media recorrida: 2 km.

---

<sup>41</sup> IDAE, 11ª edición, julio 2008.

<sup>42</sup> Datos de la IMD 2006, proporcionados por el Ayuntamiento de Madrid.

Es necesario, además, conocer el consumo de los vehículos. Utilizando datos procedentes de la Guía de Vehículos Turismo de Venta en España, así como de catálogos de fabricantes de coches, los consumos utilizados para los cálculos de las emisiones son los recogidos en la siguiente tabla:

Norma	Consumo l/100 km		Recorrido km/litro	
	Gasolina	Gasóleo	Gasolina	Gasóleo
Pre EURO	14	13	7,14	7,69
EURO 1	12	11	8,33	9,09
EURO 2	10	8	10,00	12,50
EURO 3	9	7	11,11	14,29
EURO 4	7,5	6,5	13,33	15,38

**Tabla 19. Consumos de los vehículos según la norma EURO que les afecta.**

Para relacionar el consumo de combustible de los vehículos con las emisiones de CO<sub>2</sub>, se utilizarán los valores propuestos por el IDAE: 2,32 kg de CO<sub>2</sub> por litro de gasolina consumida y 2,6 kg de CO<sub>2</sub> por litro de gasóleo.

Cambiando estas unidades a kilos de CO<sub>2</sub> emitidos por kilómetro recorrido, se obtiene:

Norma	Recorrido litros/km		Emisión CO <sub>2</sub> kg/km	
	Gasolina	Gasóleo	Gasolina	Gasóleo
Pre EURO	0,14	0,13	0,3248	0,338
EURO 1	0,12	0,11	0,2784	0,286
EURO 2	0,1	0,08	0,232	0,208
EURO 3	0,09	0,07	0,2088	0,182
EURO 4	0,075	0,065	0,174	0,169

**Tabla 20. Consumo y kilos de CO<sub>2</sub> emitidos por kilómetro recorrido.**

Aplicando estos valores a los tráficos que discurren por la Ciudad Universitaria, se consiguen los siguientes resultados que recogemos a continuación.

#### *Trafico de paso*

En primer lugar, los consumos y emisiones producidos diariamente por los vehículos que atraviesan la Ciudad Universitaria:

Norma	Consumo (litros/día)		Emisión CO <sub>2</sub> (toneladas/día)	
	Gasolina	Gasóleo	Gasolina	Gasóleo
Pre EURO	716	66	1,66	0,17
EURO 1	1089	380	2,53	0,99
EURO 2	1153	1078	2,67	2,80
EURO 3	1167	1664	2,71	4,33
EURO 4	924	1489	2,14	3,87
	<b>L. totales/día</b>	<b>L. totales/día</b>	<b>Total ton./día</b>	<b>Total ton./día</b>
	5049	4677	11,71	12,16

**Tabla 21. Consumo de combustible y emisión de CO<sub>2</sub> de los vehículos en viaje de paso.**

Estos vehículos, solo en el trayecto que realizan a través de la CU, consumen 9.726 litros de combustible al día, y emiten casi 24 toneladas de CO<sub>2</sub>.

#### *Trafico de acceso y trafico interno*

A continuación, por lo que se refiere a los vehículos que forman el tráfico atraído por la actividad en la Ciudad Universitaria, viajes con destino en ella y viajes internos, los consumos y emisiones son:

Norma	Consumo (litros/día)		Emisión CO2 (toneladas/día)	
	Gasolina	Gasóleo	Gasolina	Gasóleo
Pre EURO	2055	188	4,77	0,49
EURO 1	3125	1091	7,25	2,84
EURO 2	3307	3092	7,67	8,04
EURO 3	3348	4775	7,77	12,41
EURO 4	2651	4272	6,15	11,11
	<b>L. totales/día</b>	<b>L. totales/día</b>	<b>Total ton./día</b>	<b>Total ton./día</b>
	14486	13419	33,61	34,89

Tabla 22. Consumo de combustible y emisión de CO2 de los vehículos con destino la Ciudad Universitaria.

Norma	Consumo (litros/día)		Emisión CO2 (toneladas/día)	
	Gasolina	Gasóleo	Gasolina	Gasóleo
Pre EURO	68	6	0,16	0,02
EURO 1	103	36	0,24	0,09
EURO 2	109	102	0,25	0,26
EURO 3	110	157	0,26	0,41
EURO 4	87	140	0,20	0,37
	<b>L. totales/día</b>	<b>L. totales/día</b>	<b>Total ton./día</b>	<b>Total ton./día</b>
	476	441	1,10	1,15

Tabla 23. Consumo de combustible y emisión de CO2 de los vehículos en viaje interno.

#### Emisiones diarias de CO2 producidas por los viajes a la C.U. e internos

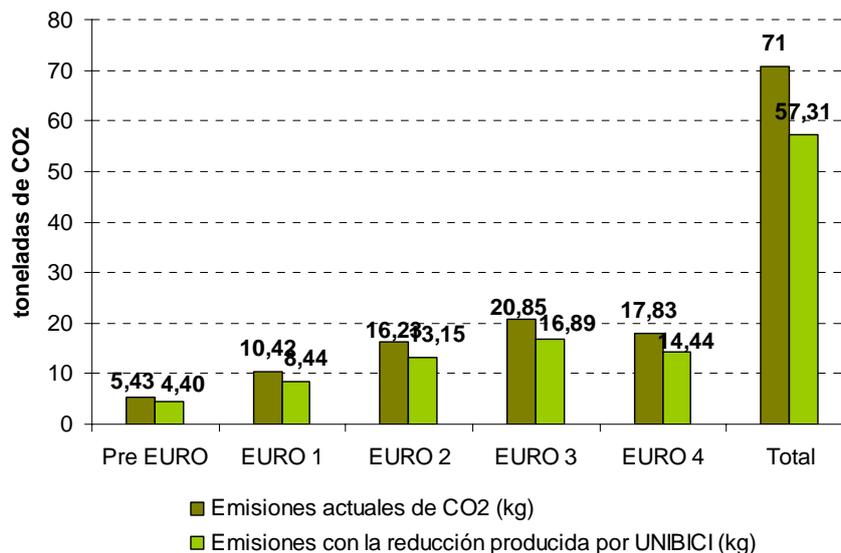
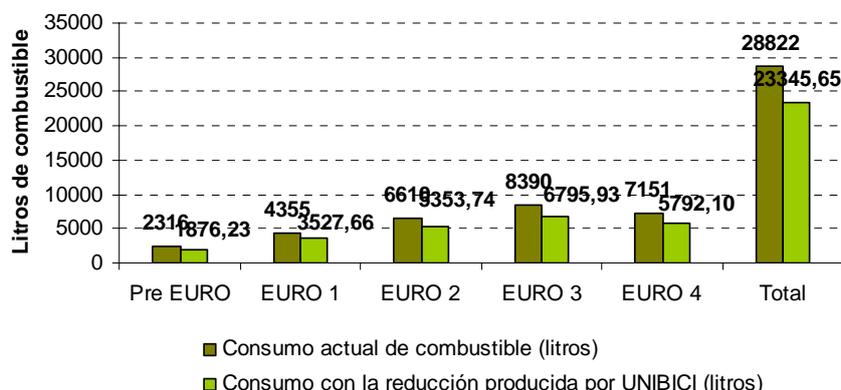


Gráfico 17. Emisiones diarias de CO2.

**Consumo diario de combustible de los viajes a la C.U. e internos**



**Gráfico 18. Consumo diario de combustible.**

Esto supone 28.822 litros de combustible. Haciendo una media entre la energía que puede liberarse de un litro de gasolina y uno de gasóleo, 36,7 MJ, resulta que el consumo energético diario de los vehículos en la CU es de 105.769,4 MJ (26,44 TEP).

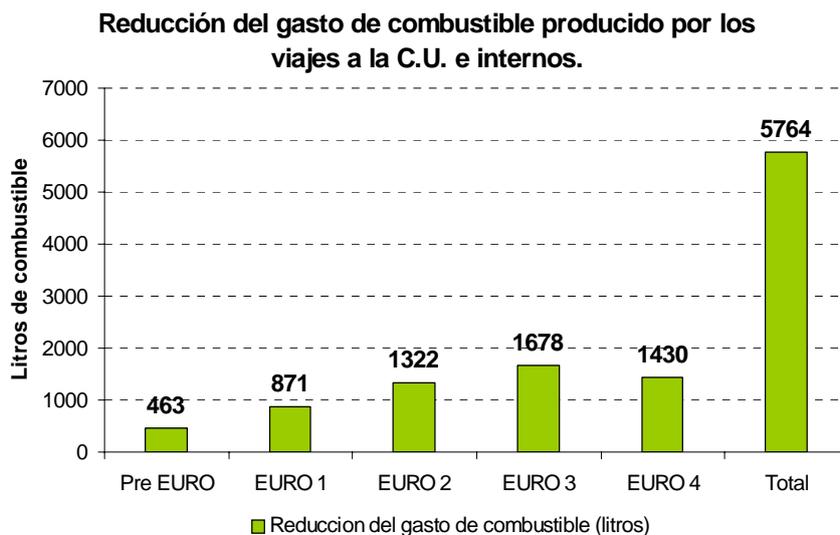
Por otro lado, según se desprende de la encuesta UNIBICI, un 19% de las personas que acuden a la CU en vehículo privado, cambiarían su medio de desplazamiento por el transporte público si dispusieran del sistema de bicicleta pública UNIBICI, lo que reduciría el consumo energético a 21,15 TEP.

Norma	Red. consumo (l/día)	Red. CO2(tm/día)
Pre EURO	440	1,03
EURO 1	827	1,98
EURO 2	1256	3,08
EURO 3	1594	3,96
EURO 4	1359	3,39
<b>Total</b>	<b>5476</b>	<b>13,44</b>

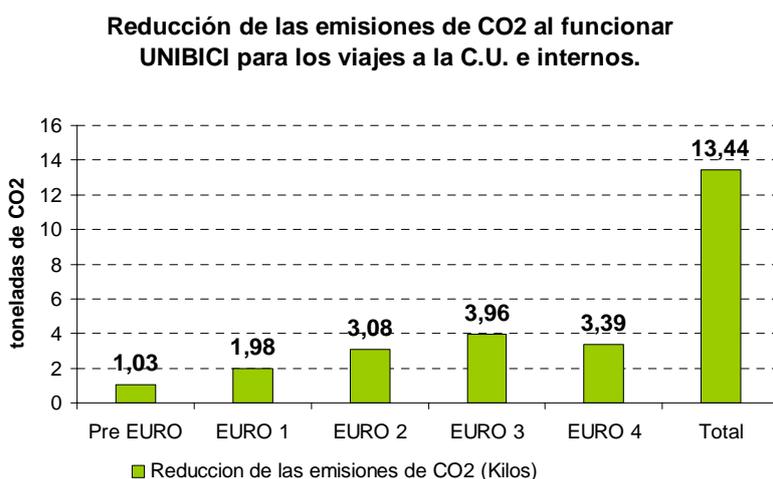
**Tabla 24 Reducción de consumo de combustible y de las emisiones de CO2**

<b>Energía consumida (TEP):</b>	25,26
<b>Energía Ahorrada (TEP):</b>	4,80

**Tabla 25 Ahorro energético por cambio del vehículo privado al transporte público provocado por UNIBICI**



**Gráfico 19. Reducción del gasto de combustible (litros/día).**



**Gráfico 20. Reducción de las emisiones de CO2 (kilogramos/día).**

## 6.2. Emisiones de contaminantes.

Además de las emisiones de CO<sub>2</sub> -no contaminante, pero causante del efecto invernadero-, los vehículos producen gases contaminantes producto de la combustión. Utilizando los valores límite que dicta la Norma europea sobre emisiones para el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y las partículas sólidas de un tamaño mayor de diez micras, en la Ciudad Universitaria las cantidades de estos contaminantes emitidas por los vehículos que, en un día, pasan o llegan a ella, son las que aparecen en la siguiente tabla.

Tipo	CO	NOx	PM
<b>Diesel</b>			
Euro I (Gasóleo)	9,41		0,48
Euro II (Gasóleo)	13,47		1,21
Euro III (Gasóleo)	23,77	11,89	1,19
Euro IV (Gasóleo)	14,66	5,73	0,57
<b>Gasolina</b>			
Euro I (Gasolina)	24,69		
Euro II (Gasolina)	25,36		
Euro III (Gasolina)	29,82	1,95	
Euro IV (Gasolina)	12,32	0,99	
<b>Total gasóleo</b>	61,31	17,61	3,46
<b>Total gasolina</b>	92,19	2,93	
<b>TOTAL:</b>	153,50	20,54	3,46

Tabla 26. Emisiones de los viajes de paso, según normas EURO (kg./día).

Tipo	CO	NOx	PM
<b>Diesel</b>			
Euro I (Gasóleo)	26,99		1,39
Euro II (Gasóleo)	38,65		3,48
Euro III (Gasóleo)	68,21	34,10	3,41
Euro IV (Gasóleo)	42,07	16,43	1,64
<b>Gasolina</b>			
Euro I (Gasolina)	39,92		
Euro II (Gasolina)	57,30		
Euro III (Gasolina)	76,06	0,18	
Euro IV (Gasolina)	37,20	0,09	
<b>Total gasóleo</b>	175,91	50,54	9,92
<b>Total gasolina</b>	210,48	0,28	
<b>TOTAL:</b>	386,39	50,81	9,92

Tabla 27. Emisiones de los viajes con destino CU según normas EURO (kg/día).

Tipo	CO	NOx	PM
<b>Diesel</b>			
Euro I (Gasóleo)	0,89		0,05
Euro II (Gasóleo)	1,27		0,11
Euro III (Gasóleo)	2,24	0,34	0,11
Euro IV (Gasóleo)	1,38	0,17	0,05
<b>Gasolina</b>			
Euro I (Gasolina)	2,33		
Euro II (Gasolina)	2,39		
Euro III (Gasolina)	2,81	0,18	
Euro IV (Gasolina)	1,16	0,09	
<b>Total gasóleo</b>	5,78	0,51	0,33
<b>Total gasolina</b>	8,69	0,28	
<b>TOTAL:</b>	14,48	0,79	0,33

Tabla 28. Emisiones de los viajes internos, según normas EURO (kg/día).

Las emisiones que producen los viajes a la Ciudad Universitaria más los internos, se verían reducidas, conforme a lo expuesto con anterioridad, también en un 19%, lo que supondría un descenso de las emisiones de CO de 390,87 kg a 312,69 kg, de las de

NO<sub>x</sub>, de 51,6 kg a 41,28 kg, y de PM<sub>10</sub> de 10,25 kg a 8,02 kg.; es decir, una reducción de 78,18 kg en las emisiones de CO, de 10,32 kg en las de NO<sub>x</sub>, y de 2,23 kg en las de PM<sub>10</sub>.

<b>Contaminante:</b>	<b>CO</b>	<b>NOx</b>	<b>PM</b>
<b>Reducción (kilos/día):</b>	78,2	10,3	2,2

**Tabla 29 Reducción en kilogramos/día de las emisiones contaminantes.**

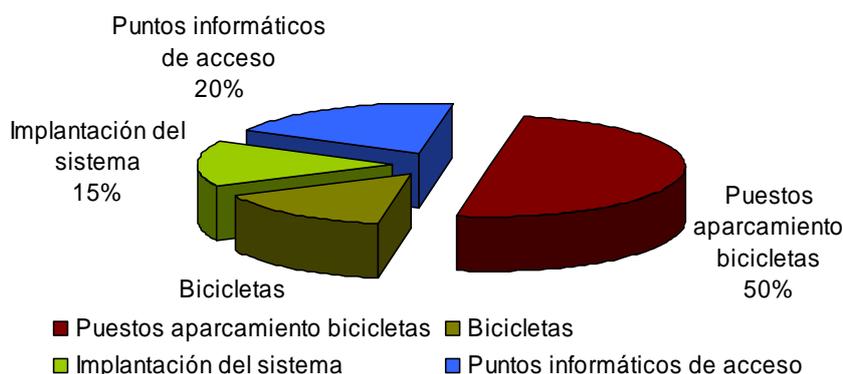
## 7. Propuesta de plan de negocio a cinco años

### 7.1. Costes

#### 7.1.1. Costes de implantación

Los costes de implantación del sistema suponen el mayor desembolso a realizar. Para estimar el coste de UNIBICI, se han empleado los datos disponibles de otros sistemas de bicicleta pública en funcionamiento en España, así como información proporcionada por el IDAE -cuyas ayudas procedentes del Plan de Acción de la E4, han contribuido a la financiación de muchos de los sistemas- y la suministrada por el Instituto Tecnológico de Castilla y León. De esta información, se concluye que el coste de implantación de los sistemas de préstamo automático oscilan entre los 140.000 y los 150.000 € por cada cien bicicletas. Utilizando estas cifras para el caso de UNIBICI, que dispondría de 550 bicicletas, el coste de implantación estimado estaría entre 770.000 y 825.000€.

**Distribución de los costes de implantación del sistema**



**Gráfico 21. Distribución porcentual de los costes de implantación del sistema.**

A esto hay que añadirle la obra civil para el acondicionamiento del terreno, en su , y las canalizaciones para las líneas eléctricas y de datos.

#### 7.1.2. Costes de mantenimiento.

Con las mismas fuentes que en el caso anterior, se ha estimado el coste de mantenimiento del sistema entre 60.000 y 80.000 € anuales por cada 100 bicicletas, lo que supone una cifra de entre 330.000 y 440.000 € anuales.

Los costes de mantenimiento incluyen los gastos de personal, mantenimiento de las bicicletas, mantenimiento de las bancadas y de los puntos informáticos, más el mantenimiento del almacén-taller de bicicletas y de los vehículos encargados de la redistribución de las bicicletas. También debe proveerse una partida para cubrir los posibles desperfectos provocados por actos de vandalismo.

## 7.2. Ingresos

### 7.2.1. Implantación del sistema

Para hacer frente a los 800.000 € que se estima necesarios, existe una ayuda específica procedente del programa del IDAE para financiación de proyectos estratégicos de inversión en ahorro y eficiencia energética, dentro del Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. En el caso de UNIBICI, estas ayudas sólo podrían ser solicitadas por el Ayuntamiento o el Consorcio Regional de Transportes. Por otro lado, comoquiera que la cuantía máxima de la ayuda para implantar sistemas de bicicleta pública es de 300.000 €, los agentes implicados en el sistema UNIBICI habrían de aportar otros 500.000€.

### 7.2.2. Mantenimiento del sistema

Para sufragar el mantenimiento del sistema, cuyo coste se ha estimado en alrededor de unos 400.000 € anuales, se puede contar, en principio, con ingresos directos del sistema, que provendrán de las cuotas anuales de los usuarios, aportaciones de los agentes promotores de UNIBICI, aportaciones de terceros, e ingresos por publicidad expuesta en los elementos del sistema, tanto estática como en los terminales informáticos de acceso al mismo.

El número de usuarios potenciales del sistema es de 40.000 personas, aunque, evidentemente, es poco probable que se integren a la vez en el primer momento. Así, al final del primer año, se estima alcanzar la cifra de 5.000 usuarios inscritos, mientras que en los siguientes 4 el crecimiento previsto es de 7.000, 11.000, 15.000, y 20.000 usuarios respectivamente, para estabilizarse a partir del quinto año. Se marca como cifra tope 20.000 usuarios, aunque la demanda potencial obtenida en la encuesta se sitúa en 40.000, cifra que se considera poco probable alcanzar.

En cuanto a los ingresos por publicidad, quedan dentro de una horquilla de entre 400 y 600 €/base/mes, lo que supone entre 120.000 y 180.000 €/año, si bien hay que tener cierta cautela en cuanto a este tipo de ingreso, dadas las peculiares características del sector publicitario. En cualquier caso, estas cantidades se han estimado calculando solamente la publicidad instalada en las bases, tanto en las bancadas para bicicletas como en los puntos informatizados de acceso al sistema, y en tamaños convencionales, tipo marquesina de autobús o cabina telefónica, de manera que las campañas publicitarias que pudieran exhibirse no tengan que adoptar un formato no estándar, que disminuya el interés por utilizar el espacio publicitario ofrecido por UNIBICI. Además, las propias bicicletas podrían, llegado el caso, servir de soporte publicitario, con el consiguiente aumento de los ingresos por este concepto.

En las dos siguientes tablas, se recoge la estimación de costes e ingresos según se disponga o no de ingresos por publicidad.

		Año	1	2	3	4	5
		Número de usuarios	5.000	7.000	11.000	15.000	20.000
GASTOS (Euros)	Coste de implantación	Estimación inferior	770.000				
		Estimación superior	825.000				
	Costes de mantenimiento	Estimación inferior	330.000	343.200	356.928	371.205	386.053
		Estimación superior	440.000	457.600	475.904	494.940	514.738
Ayudas IDAE (Euros)			300.000				
INGRESOS (Euros)	Cuotas anuales usuarios (Euros)		100.000	140.000	220.000	300.000	400.000
	Aportaciones de los organismos implicados (Euros)	Estimación inferior	520.000	23.200	-43.072	-108.795	-193.947
		Estimación superior	745.000	197.600	135.904	74.940	-5.262
	Publicidad	Estimación inferior	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
		Estimación superior	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000

(Los costes de mantenimiento se han aumentado un 4% anual. La cuota de los usuarios se mantiene fija)

**Tabla 30. Costes e ingresos del sistema UNIBICI, considerando ingresos por publicidad.**

Bajo la primera hipótesis, en el caso más favorable, al final del tercer año el sistema se mantendría con las cuotas de los usuarios y los ingresos por publicidad. En el supuesto más desfavorable, esto sucedería al final del cuarto año.

En el caso de no disponer de ingresos por publicidad, los cálculos arrojan los siguientes resultados:

		Año	1	2	3	4	5
		Número de usuarios	5.000	7.000	11.000	15.000	20.000
GASTOS (Euros)	Coste de implantación	Estimación inferior	770.000				
		Estimación superior	825.000				
	Costes de mantenimiento	Estimación inferior	330.000	343.200	356.928	371.205	386.053
		Estimación superior	440.000	457.600	475.904	494.940	514.738
Ayudas IDAE (Euros)			300.000				
INGRESOS (Euros)	Cuotas anuales usuarios (Euros)		100.000	140.000	220.000	300.000	400.000
	Aportaciones de los organismos implicados	Estimación inferior	700.000	203.200	136.928	71.205	-13.947
		Estimación superior	865.000	317.600	255.904	194.940	114.738

**Tabla 31. Costes e ingresos del sistema UNIBICI, sin considerar ingresos por publicidad.**

En este supuesto, el sistema se mantendría con las cuotas de los usuarios a partir del cuarto año, en el caso más favorable.

Los flujos de fondos son los que, a continuación, se representan.

Flujo de fondos sin ingresos por publicidad (estimación inferior)

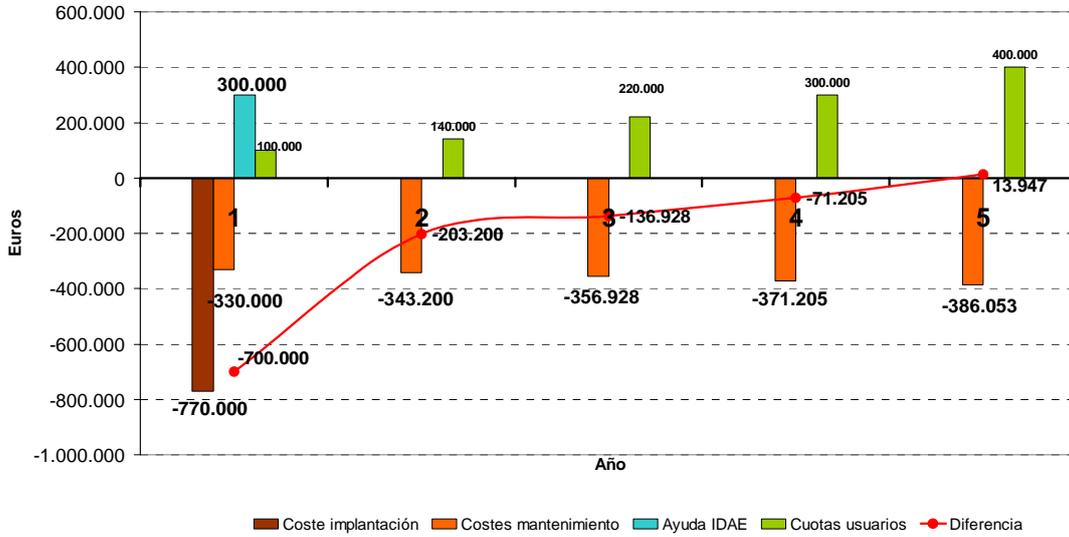


Gráfico 22. Flujo de fondos sin ingresos por publicidad (estimación inferior).

Flujo de fondos sin ingresos por publicidad (estimación superior)

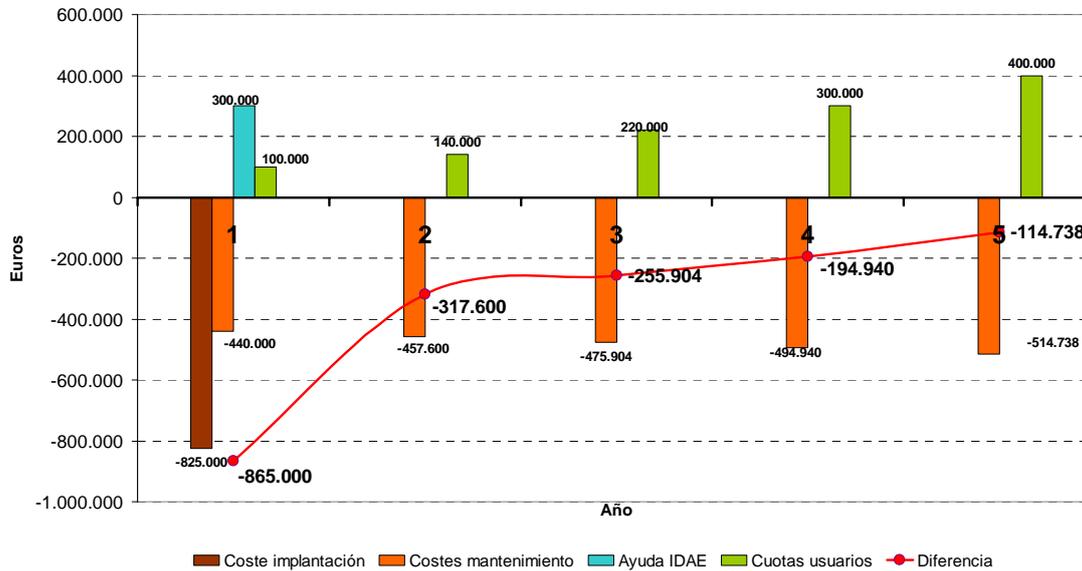


Gráfico 23. Flujo de fondos sin ingresos por publicidad (estimación superior)

Flujo de fondos con ingresos por publicidad (estimación inferior)

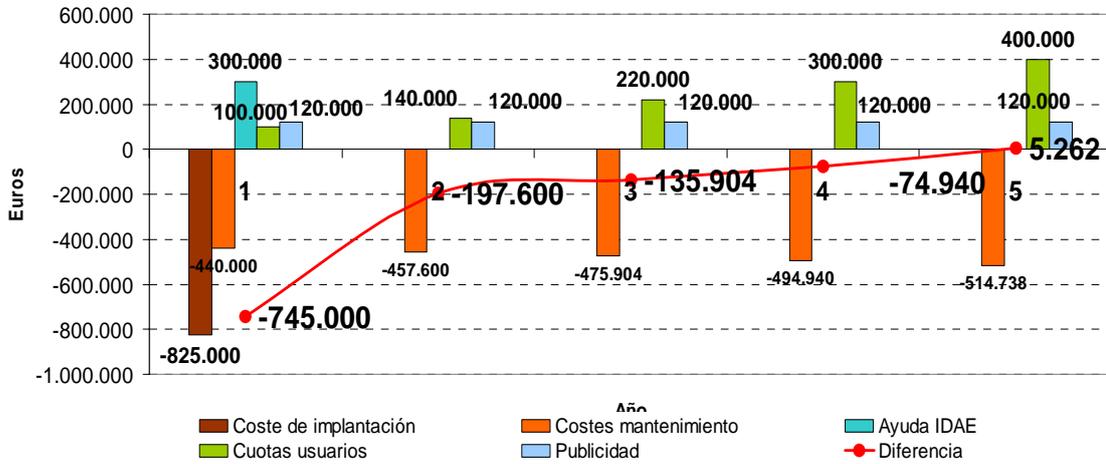


Gráfico 24. Flujo de fondos con ingresos por publicidad (estimación inferior)

Flujo de fondos con ingresos por publicidad (estimación superior)

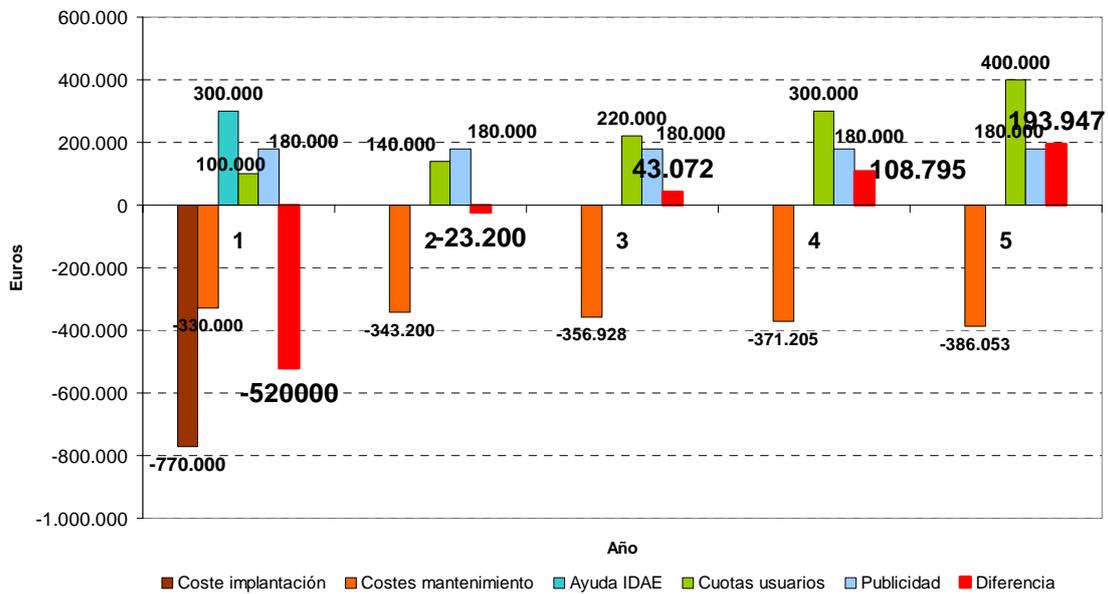


Gráfico 25. Flujo de fondos con ingresos por publicidad (estimación superior)

## 8. Conclusiones y recomendaciones

El estudio Unibici confirma la viabilidad de implantar un sistema de préstamo de bicicletas públicas en la Ciudad Universitaria de Madrid. El resultado más significativo del análisis es precisamente el elevado potencial de uso de la bicicleta en este entorno urbano, si un servicio de préstamo, como el planteado en Unibici, finalmente se llevara a cabo.

Estas conclusiones resumen los principales resultados de cada uno de los aspectos analizados, al final de cada capítulo.

### Ahorros de tiempo de viaje...

Un primer resultado surge del análisis espacial y confirma un panorama favorable para el acceso en bicicleta a la Ciudad Universitaria. De hecho, la situación actual está caracterizada por unas distancias internas al campus relativamente largas para la etapa final del viaje (1.200 metros de media), y por el hecho que una clara mayoría de los centros “dependen” del acceso en autobús. Así que, sin dar lugar a grandes ahorros de tiempo<sup>43</sup>, la bicicleta ofrece un saldo de tiempo casi siempre positivo y es un medio muy agradable en distancias cortas-medias, sobre todo si se construyen carriles bici y se templea el tráfico motorizado. Además, ofrece autonomía, servicio puerta a puerta y una imagen moderna y atractiva. También hay que considerar que el usuario potencial es joven y por tanto menos sensible a barreras como la pendiente o el clima.

### ...pero con elementos a tener en cuenta para el diseño

El análisis espacial ofrece también algunos elementos negativos a tener en cuenta: la seguridad vial por las condiciones actuales del viario de la Ciudad Universitaria, con un elevado tráfico de paso y pocos acondicionamientos para la bicicleta; el riesgo de saturación de uso del sistema por los estudiantes y personal de las facultades demasiado cercanas a las estaciones; y, por último, el riesgo que suponen los menores ahorros de tiempo de la bicicleta en los viajes de vuelta.

### Un perfil de movilidad favorable al uso de la bicicleta

Los resultados del estudio sobre la demanda, a través de la encuesta realizada, confirman también que en la Ciudad Universitaria hay un alto potencial de usuarios de la bicicleta de préstamo y que esto mejoraría aún más con medidas de templado del

---

<sup>43</sup> La utilización de la bicicleta produciría ahorros de tiempo de viaje para casi todas las agrupaciones consideradas: de unos 2,70 minutos sobre el mejor modo actual en el viaje de ida (pie o autobús) para aquellas situadas a más de 9 minutos andando; entre 2 y 4 minutos para las agrupaciones medianamente lejanas (incluidos los centros con población mayor de 5.000 personas como Arquitectura-Arquitectura Técnica, Filosofía B y Derecho); otros cuatro centros de gran tamaño (Agrónomos, Navales-Aeronáuticos, Medicina-Veterinaria y Periodismo) no habrían de beneficiarse de este sistema por encontrarse muy cerca de las estaciones de metro.

tráfico y de condiciones favorables para los usuarios como la cercanía a los puntos de préstamo.

Analicemos a continuación los resultados sobre el perfil de movilidad en la Ciudad Universitaria, las variables significativas y los factores que condicionan el uso de la bici.

La población afectada, principalmente joven (entre 18-24 años), afirma mayoritariamente (70%) que utilizaría diariamente o varias veces por semana el sistema de préstamo para realizar la última etapa de su viaje, desde la estación de metro/bus de acceso a la Ciudad Universitaria. Más elevada sería la utilización para la movilidad interna: 81%. La implementación de UNIBICI tendría también el efecto de incrementar la movilidad interna, ya que el 74% afirma realizaría más viajes de existir este sistema y un 14% realizaría más desplazamientos diariamente.

Las principales motivaciones para el uso del sistema radican en la sostenibilidad ambiental del modo, evitar problemas de tráfico y las restricciones de horarios y frecuencias, y usar un transporte puerta a puerta. Se ven así muy valorados los elementos que caracterizan los modos individuales frente a los colectivos, como la bicicleta. Funcionalmente, son cuestiones limitativas la peligrosidad de la bici y las distancias. Son obstáculos menos importantes la orografía del terreno y la comodidad de usar otros transportes.

Analizando la movilidad actual se destaca también la existencia de una elevada movilidad interna, siendo la media general de 0,92 viajes por persona/día, realizados principalmente a pie (72%) y con motivo más frecuente los estudios (40%).

La evaluación de los escenarios indica que la cercanía de los puntos de préstamo es fundamental a la hora de utilizar con mayor o menor frecuencia el sistema de bici pública, frente a una menor importancia atribuida a la existencia de carriles bici, aunque no deja de ser un factor importante para los usuarios.

### **Una demanda potencial de 36.000 usuarios del sistema**

Los resultados del modelo de demanda ajustado constituyen una de las aportaciones principales de este estudio, ya que han permitido simular los comportamientos medios de los usuarios y evaluar tendencias más marcadas.

La evaluación de la disponibilidad al uso de la bicicleta de forma general, según sus características psicosociales, indica que no hay factores determinantes que marquen la disposición de usar la bici, sino que la decisión final está compuesta por el equilibrio de un conjunto de percepciones, dentro de las cuales tienen gran importancia las barreras externas que perciben. Con todo, más importante que estas barreras es potenciar las ventajas que ofrece la bicicleta sobre el resto de modos de transporte, sobre todo si estas se amplifican como ventajas de un modo individual dentro de un sistema integrado de transporte público, configurándose así como alternativa viable al uso individual del coche.

Del análisis de las respuestas a cambios en elementos de diseño y gestión del sistema, se desprende que los posibles usuarios dan más importancia a factores

concretos, como la accesibilidad a los puntos de préstamo, el coste del servicio o el tiempo de la etapa, confirmando que la bicicleta tiene un nicho como complemento a otros modos, como el autobús o el viaje a pie.

### Las propuestas del sistema UNIBICI

Frente a esta demanda potencial prevista, el sistema de bicicleta pública que se propone para la Ciudad Universitaria ha sido diseñado y dimensionado según los elementos siguientes.

<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover el uso de la bicicleta para desplazarse en la Ciudad Universitaria</li> <li>- Promover el uso del metro y del autobús interurbano extendiendo su accesibilidad</li> <li>- Consolidar una oferta de transporte modesta pero real y complementaria</li> </ul>
<b>Tipo de usuario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por perfil: estudiante, PAS o PDI que puede venir en metro</li> <li>- Por tipo de viaje: se usa la bicicleta para ir y volver al metro o para desplazamientos internos</li> <li>- Por tipo de uso: usuario planificado y fidelizado, que lo emplea como opción modal, y usuario esporádico, que lo utiliza como una alternativa más a la oferta existente</li> </ul>
<b>Gestión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- creación de un <i>ente público</i> integrado por los promotores del proyecto UNIBICI</li> </ul>
<b>Modelo de funcionamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sistema de bicicleta pública automático: el préstamo y la devolución de la bicicleta se realizan mediante una consola digital controlada por una aplicación informática.</li> </ul>
<b>Elementos del sistema</b>	
<b>Bicicletas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantación de 550 bicicletas de las que se reservará un 10% para mantenimiento, lo que supone un total de 500 bicicletas en servicio.</li> <li>- Modelo de bicicleta comercial de tipo urbano o de paseo adaptado al sistema de anclaje elegido</li> </ul>
<b>Depósitos-estaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 bases principales en los puntos de acceso a la Ciudad Universitaria</li> <li>- 25 bases secundarias repartidas entre los distintos centros</li> <li>- Total de 715 puntos de anclaje</li> <li>- Las bases están compuestas por una columna con mandos para gestionar el préstamo o devolución de las bicicletas y una o varias bancadas con anclajes para el aparcamiento seguro de las bicis.</li> </ul>
<b>Centro de gestión y mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Almacén-taller. 700 m<sup>2</sup></li> <li>- Centro de control. 70 m<sup>2</sup></li> <li>- Oficina de atención al público. 25 m<sup>2</sup></li> <li>- Desarrollo de las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>- mantenimiento de las bicicletas</li> </ul> </li> </ul>

- depósito general
- gestión informática del sistema
- atención al público

**Sede propuesta:** parte del espacio del aparcamiento subterráneo de existe actualmente bajo la plaza de Ramón y Cajal y la Avda. Complutense, junto a la estación de Metro Ciudad Universitaria.

---

### Funcionamiento del sistema

---

#### Ámbito y horario de servicio

- Horario diario de 7:30 a 22:00
- Circunscrito al ámbito de la Ciudad Universitaria

#### Uso

- Cuota de inscripción de 20 euros anuales
  - Tarjeta de inscripción dará derecho a utilizar el sistema durante un año, todas las veces que de desee al día durante un tiempo máximo de 30 minutos cada vez.
  - A partir de los 30 minutos de uso se pagará 0,50 euros por cada media hora extra.
  - Las bicicletas se recogen y se dejan en los depósitos-estaciones habilitados mediante el uso del terminal de cada depósito con una tarjeta personal y un código que se obtiene al registrarse.
- 

El sistema Unibici podría complementarse con un sistema de bicicleta compartida, que se podría gestionar desde la misma oficina y que ofrecería usos más prolongados para colectivos más reducidos de usuarios frecuentes.

Por otra parte, para evitar un posible colapso del sistema por el desequilibrio que existe en la demanda, muy fuerte durante las primeras horas del día, se proponen 4 líneas de acción que se pueden acometer conjuntamente o por separado.

- Adelantarse a la demanda ofreciendo gran cantidad de anclajes y bicicletas en las bases principales o de origen, principalmente la del metro de Ciudad Universitaria.
- Limitar el acceso al sistema mediante la emisión de un número determinado de tarjetas electrónicas: entre los 10.000 y 15.000.
- Establecer dos modalidades diferentes de préstamo del sistema que busque una mayor fiabilidad en las horas punta. Para esa franja horaria se ofrecería una **modalidad bajo reserva** que garantizase la disponibilidad de bicicletas. Para el resto del día la modalidad de préstamo sería libre.
- La caracterización del usuario permite ofrecerle información personalizada sobre, por ejemplo, disponibilidad de plazas en el lugar de destino, de manera que se eviten situaciones de conflicto como no poder dejar la bicicleta una vez se ha realizado el trayecto.

El proyecto UNIBICI podría verse como una oportunidad de desarrollar un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico de sus elementos por parte de las universidades del campus, un proyecto que puede incluir la colaboración universidad-empresa. Esta propuesta de implicación de los centros universitarios y de sus profesionales y alumnos en el desarrollo del sistema constituye el elemento fundamental y más ambicioso de una serie de medidas que se proponen como complemento del sistema de bicicleta pública. Junto a esta medida, se proponen otras con dos objetivos fundamentales, la divulgación del sistema entre los usuarios a través de las universidades y la promoción del uso del sistema y de la bicicleta en general en la Ciudad Universitaria.

### **Trafico de paso y aparcamiento ilegal son los mayores condicionantes externos**

Junto al diseño del sistema, el estudio ha analizado las condiciones externas a UNIBICI necesarias o deseables para su viabilidad, identificando los problemas relativos a la movilidad y al espacio público en la CU, o bien los nuevos condicionantes que pueden surgir ante la implantación del sistema. Los dos principales, que condicionarán en gran manera el futuro uso de la bicicleta en la CU, son el intenso flujo vehicular de paso, ajeno a la CU (hasta 115.120 vehículos-km/día), y el aparcamiento indiscriminado de coches, sobre aceras o espacios no habilitados. Ambos problemas inciden negativamente en la calidad del espacio público del campus, y contribuyen a que ésta resulte tan baja pese a la enorme potencialidad del lugar debido al valor cultural y la importancia de las instituciones presentes.

Además, otras acciones afectan al proyecto UNIBICI: el estudio del área de Movilidad del Ayuntamiento sobre el tráfico en la CU y los tres proyectos existentes sobre la Avenida Complutense (nueva vía ciclista del PDMC; apertura del aparcamiento subterráneo de la plaza de Medicina; el postergado proyecto de remodelación de las infraestructuras del eje). Estas no forman parte del proyecto UNIBICI y, sin embargo, habrán de ser un componente decisivo para su éxito.

### **Cuatro posibles acciones a realizar en paralelo a UNIBICI**

Con la perspectiva de intervenir desde una visión global del espacio público y la movilidad en la CU el estudio realiza así algunas propuestas que, aun siendo necesariamente previas, provisionales o tentativas, tienen la intención de suscitar el debate constructivo, despertando el interés tanto de los organismos responsables como de la comunidad universitaria. Se trata de cuatro posibles acciones a realizar en paralelo a UNIBICI con objeto de aumentar su viabilidad, cuya meta final, en realidad, es mejorar la Ciudad Universitaria de Madrid como comunidad universitaria.

- La formulación y ejecución del un **Plan de Movilidad Sostenible** para la CU que coordinase y encauzase las actuaciones anteriores, apuntando hacia un futuro de sostenibilidad en el transporte.
- Retomar y priorizar el objetivo de **proyectar la Avenida Complutense** como corazón del campus, valorando las alternativas al tráfico actual, junto con la

- inclusión de actividades que dinamicen el eje y un rediseño cuidadoso y participado del mismo y sus grandes plazas, haciéndolas atractivas para los miembros de la CU.
- La planificación de una red ciclista segura y completa para la CU. Además de un **Plan Ciclista de la CU**, como red complementaria del PDMC del Ayuntamiento de Madrid, debería incluir medidas de templado de tráfico y otras actuaciones para conseguir una circulación segura de la bicicleta en el resto de las calles. Esta red debería estar dotada de aparcamientos para bicicletas, así como medidas de permeabilización de las barreras existentes (A-6). Por último el plan debería incluir un programa de promoción y gestión de la movilidad ciclista.
  - Como alternativa transitoria y de bajo coste, hasta que se pueda acometer dicho Plan Ciclista de la CU, se propone comenzar con un programa de templado del tráfico en puntos concretos, la señalización horizontal y vertical de las vías de prioridad ciclista, y la promoción de la movilidad ciclista. Es de esperar que este tipo de medidas puedan desarrollarse con cargo a los presupuestos corrientes de mantenimiento y obras del CUCUM, o que se apoyen en los medios de difusión externos e internos de las propias universidades (oficinas de prensa, webs institucionales, periódicos universitarios, folletos, matrículas, etc.).

### **UNIBICI supondría un apreciable ahorro de energía**

Según las evaluaciones de eficiencia energética la implantación de un sistema de préstamo de bicicletas como Unibici supondría un ahorro energético del orden de 5.400 litros de combustible diarios, o sea de 4,8 TEP/día. El sistema generaría de igual manera ahorros de emisiones de GEI del orden de 13 ton/día.

### **El sistema alcanzaría el equilibrio financiero en tres o cuatro años**

El estudio ha realizado una primera aproximación económica del sistema, valorando en 800.000 euros el coste de su implantación y en 400.000 euros el coste anual de su operación y mantenimiento. Contando con las ayudas de la E4, facilitadas por el IDAE para cubrir parte de estos costes, y con el planteamiento de dos diferentes escenarios de costes (con o sin ingresos por publicidad) el sistema podría financiarse y producir beneficios después de tres o cuatro años de implantación.

### **Conclusión**

En definitiva, UNIBICI viene a complementar los sistemas de transporte ya presentes en la CU, ofreciendo un mejor servicio a los usuarios. Pero, sobre todo, UNIBICI aporta una herramienta para conseguir una escala más humana de la Ciudad Universitaria, permitiendo una mayor movilidad de alta calidad y bajo impacto, que permita intensificar las relaciones entre centros universitarios, introduciendo más vida

en el campus. Una escala humana necesaria en un campus donde las distancias provocan una cierta incomunicación entre los centros y reduciendo las relaciones entre los "ciudadanos" de esta ciudad en un espacio llamado a la creación de conocimiento e intercambio de ideas, como es la universidad.

## Abreviaturas

UNIBICI	Proyecto de investigación: “Estudio previo para la implantación de un sistema de préstamo de bicicletas en la Ciudad Universitaria de Madrid”
CU	Ciudad Universitaria de Madrid
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético
CRTM	Consortio Regional de Transportes de Madrid
CUCUM	Consortio Urbanístico de la Ciudad Universitaria de Madrid
PDMC	Plan Director de la Movilidad Ciclista de Madrid
PAS	Personal de Administración y Servicios
PDI	Personal Docente e Investigador
EMT	Empresa Municipal de Transportes de Madrid
IMD	Intensidad Media Diaria
EDM	Encuesta Domiciliaria de Movilidad

## Referencias

- GOLDSMITH, S. (1992). Case study No. 1: Reasons why bicycling and walking are and are not being used more extensively as travel modes. In National Bicycling and Walking Study. Washington, D.C.
- GREENE, William H; and HENSHER, David A. A Latent Class Model for Discrete Choice Analysis: Contrasts with Mixed Logit. *Transportation Research Part B: Methodological*, 9, 2003, vol. 37, no. 8, pp. 681-698.
- HENSHER, David; ROSE, J. and GREENE, William H. *Applied Choice Analysis: A Primer for Beginners*. Cambridge University Press, 2005.
- IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). *Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España*. Madrid.
- IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2008). *Guía de Vehículos Turismo de Venta en España, con Indicación de Consumos y Emisiones de CO2. Directiva Europea 1999/94/CE. Real Decreto 837/2002*.
- LUCE, R. D., & Tukey, J. W. (1964). Simultaneous conjoint measurement: a new type of fundamental measurement. *Journal of mathematical psychology I* (1), 1-27.
- MARTÍNEZ, V. (2004). *Diseño de encuestas de opinión*. Madrid: RA-MA.
- MCCLINTOCK, H., & CLEARLY, J. (1996). Cycle facilities and Cyclists' safety. *Transport Policy* (3), 67-77.
- NOLAND, Robert B.; and ISHAQUE, Muhammad M. Smart Bicycles in an Urban Area: Evaluation of a Pilot Scheme in London. *Journal of Public Transportation*, 2006, vol. 9, no. 5, pp. 71-95.
- NOLAND, Robert B.; and KUNREUTHER, Howard. Short-Run and Long-Run Policies for Increasing Bicycle Transportation for Daily Commuter Trips. *Transport Policy*, 1, 1995, vol. 2, no. 1, pp. 67-79.
- ORTÚZAR, J. d., & LACOBELLI, A. (1999). Estimating demand for a cycle-way network. *Transportation Research Part A*, 34 (2000), 353-373.
- ORTÚZAR, J. de D. (2000). *Modelos de demanda de transporte*. Universidad Católica de Chile, Chile: Alfa y Omega. .
- WARDMAN, Mark; TIGHT, Miles and PAGE, Matthew. Factors Influencing the Propensity to Cycle to Work. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 5, 2007, vol. 41, no. 4, pp. 339-350.
- WILLIAMS, J., & LARSON, J. (1996). Promoting bicycle commuting: understanding the customer. *Transportation Quarterly*, 50, 67-78.
- WINTERS, M., & FRIESEN M., K. (2007). Utilitarian Bicycling-a multilevel analysis of climate personal influences. *American Journal of Preventive Medicine*, 32 (1), 52-58
- NICHES (2004/2006), New and Innovative Concepts for Helping European Transport Sustainability, Proyecto de investigación europeo. (<http://www.osmose-os.org>)

## Anexo I. Análisis espacial

bicicleta	Velocidad en llano (m/h)	15000
	aumento de velocidad por cada unidad porcentual de pendiente descendente (m/h)	1500
	disminución de velocidad por cada unidad porcentual de pendiente ascendente (m/h)	850
peatón	Velocidad (m/h)	6000

**Tabla 32. Coeficientes usados**

**Tabla 33. Inventario de desplazamientos en la CU -- Tramos**

**Tabla 34. Inventario de desplazamientos en la CU -- Comparativa**

## Anexo II. Análisis del la demanda potencial

<i>Descripción</i>	<i>Estudiante/ NO-BICI</i>	<i>Estudiante/ BICI</i>	<i>Trabajador/ NO-BICI</i>	<i>Trabajador/ BICI</i>
Casa de Velázquez			40,56	
Centro de Investigaciones Biológicas			448,17	
CEU Derecho	158,29		4,95	
CIEMAT	-	-	10,32	1,77
Clínica La Concepción			2.275,46	
E.T.S. Arquitectura	37,53	3,21	12,25	0,73
E.T.S. Ingenieros Aeronáuticos	16,29	1,69	6,83	0,74
E.T.S. Ingenieros Agrónomos	26,16	3,47	5,91	
E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	24,63	3,09	8,93	1,48
E.T.S. Ingenieros de Montes	28,28	3,97	9,41	1,57
E.T.S. Ingenieros de Telecomunicaciones	20,34	3,56	4,65	1,01
E.T.S. Ingenieros Navales	15,66	1,77	7,75	0,75
E.U. de Enfermería, Fisioterapia y Podología	424,09		221,61	
E.U. de Estadística	154,83	3,34	98,93	
E.U.I.T. Aeronáutica	15,09	3,45	7,76	2,18
E.U.I.T. Agrícola	34,76	13,50	7,12	1,92
E.U.I.T. Arquitectura Técnica	34,43		16,97	0,79
E.U.I.T. Forestal	46,17	5,23	6,82	1,32
Facultad de Bellas Artes	134,71	17,43	12,30	2,78
Facultad de Ciencias	164,89	5,33	4,66	
Facultad de Ciencias Biológicas	<b>96,80</b>	<b>4,96</b>	<b>44,77</b>	<b>1,29</b>
Facultad de Ciencias de la Información	<b>388,52</b>	<b>35,61</b>	<b>108,58</b>	<b>2,34</b>
Facultad de Ciencias Físicas	51,00	4,26	5,99	1,68
Facultad de Ciencias Geológicas	107,10	2,31	5,96	1,16
Facultad de Ciencias Matemáticas	33,85	6,02	7,91	0,48
Facultad de Ciencias Químicas	<b>148,61</b>	<b>11,22</b>	<b>217,16</b>	<b>4,68</b>
Facultad de Derecho	<b>1.187,57</b>	<b>51,23</b>	<b>242,88</b>	
Facultad de Educación	<b>1.437,99</b>		<b>13,91</b>	<b>4,65</b>
Facultad de Farmacia	265,47	25,77	143,12	
Facultad de Filología	263,61	31,27	43,98	
Facultad de Filosofía y Letras	106,14	8,01	125,65	
Facultad de Geografía e Historia	155,18	35,14	9,28	4,20
Facultad de Humanidades	82,44		4,02	0,14
Facultad de Informática	34,89	6,11	5,14	
Facultad de Medicina	214,11	9,24	221,61	11,95
Facultad de Odontología	587,66		37,45	
Facultad de Veterinaria	61,62	6,98	7,55	2,12
Hospital Universitario San Carlos			1.187,20	
INEF	37,89	4,09	7,22	1,56
Instituto de Energía Solar	-		3,96	0,11
Instituto del Frío	-		9,70	
Rectorado de la UNED			197,87	2,13
Rectorado de la Universidad Complutense			90,69	
Rectorado de la Universidad Politécnica	-	-	4,01	1,07
San Pablo			121,69	
Servicios de Alumnos			24,07	

Tabla 35. Factores de expansión por centro: estudiantes y trabajadores

Módulo I: Datos socioeconómicos	
1. Edad	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 18-24</li> <li>b. 24-30</li> <li>c. 30-40</li> <li>d. 55-65</li> <li>e. &gt; 65</li> </ul>
2. Sexo	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Hombre</li> <li>b. Mujer</li> </ul>
3. País de origen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>España</li> </ul>
4. Estado civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Soltero (a)</li> <li>b. Casado (a)</li> <li>c. En pareja (a)</li> <li>d. Viudo (a)</li> <li>e. Divorciado (a)</li> </ul>
5. Tamaño del hogar	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 1 miembro</li> <li>b. 2 miembros</li> <li>c. 3 miembros</li> <li>d. 4 miembros</li> <li>e. 5 o más miembros</li> </ul>
6. Nivel de estudios	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Enseñanza básica</li> <li>b. Bachillerato o módulo superior</li> <li>c. Diplomado o Ingeniero Técnico</li> <li>d. Licenciado o Ingeniero superior</li> <li>e. Master, postgraduado o doctorado.</li> </ul>
7. Nivel de ingresos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 0-500 euros/mes</li> <li>b. 500-1.000 euros/mes</li> <li>c. 1.000-1.500 euros/mes</li> <li>d. 1.500-2.000 euros/mes</li> <li>e. 2.000-3.000 euros/mes</li> <li>f. &gt;3.000 euros/mes</li> </ul>
8. Ocupación	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Estudiante</li> <li>b. Personal vinculado a la universidad <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Catedrático</li> <li>ii. Titular</li> <li>iii. Profesor</li> <li>iv. Personal investigador en formación (PIF)</li> <li>v. Personal administrativo y servicios (PAS)</li> <li>vi. Otros</li> </ul> </li> <li>c. Empleado no vinculado a la universidad <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Empresarios agrarios</li> <li>ii. Empresarios/comerciantes</li> <li>iii. Profesionales y técnicos por cuenta propia</li> <li>iv. Trabajadores manuales y artesanos</li> <li>v. Directores empresas públicas/privadas</li> <li>vi. Administración pública</li> <li>vii. Capataces, encargados, suboficiales del ejército</li> <li>viii. Agentes comerciales/representantes</li> <li>ix. Personal Administrativo</li> <li>x. Obreros especializados, guardia civil y policía</li> <li>xi. Vendedores, dependientes</li> <li>xii. Obreros sin especializar, peones, servicios domésticos</li> <li>xiii. Otro personal no cualificado</li> </ul> </li> <li>d. Otros</li> </ul>
9. Lugar de trabajo o estudios (indicar el nombre de la Universidad y la Facultad o Centro)	<input type="text" value="FACULTADES/ESCUELAS Y CENTROS"/>
10. ¿Dispone de coche?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sí</li> <li>b. No</li> </ul>
11. ¿Dispone de bicicleta?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sí</li> <li>b. No</li> </ul>

Ilustración 12. Modelo de cuestionario utilizado en la encuesta online (1/5)

**Módulo IV: Tendencias al uso de la bici en Ciudad Universitaria**

27. Conoce o ha utilizado algún sistema de bici pública? (Ej. París, Barcelona, Amsterdam etc)
- Si
  - No

28. Si existiera un sistema público de préstamo de bicicletas en la Ciudad Universitaria con las siguientes características:

Puntos de préstamo		Alternativas de Coste	
Ubicación	Estaciones de metro y de autobús principales	Tarjeta anual	15,00 €
Distancia máxima desde los centros de estudio o	250	Primera 1/2 hr.	Gratis
Posibilidad de recoger y depositar la bicicleta en todos los puntos		Segunda media hora	0,50 €
		Segunda hora y siguientes	3,00 €

¿Realizaría en bici la última etapa de su viaje hasta la facultad o centro de trabajo?

- Nunca
- Una vez por semana
- Varias veces por semana
- Diariamente

29. Si existiera un sistema público de préstamo de bicicletas en la Ciudad Universitaria como el descrito anteriormente, ¿Realizaría en bicicleta los viajes internos dentro de Ciudad Universitaria?

- Nunca
- Una vez por semana
- Alguna vez por semana
- Diariamente

30. ¿Con la puesta en marcha de este sistema realizaría algún viaje interno más que no realice ahora ?

- Si
- No

¿Con qué frecuencia?

- Nunca
- Una vez por semana
- Varias veces por semana
- Diariamente

31. Indicar la frecuencia con la que utilizaría el sistema ante los siguientes escenarios independientes:

**Escenario 1**

Red de vías ciclistas segregadas del tráfico en el campus

Punto de préstamos a distancia máxima de 250 metros

a. Nunca	b. Una vez por semana	c. Alguna vez por semana	d. Diariamente
----------	-----------------------	--------------------------	----------------

**Escenario 2**

Control de la circulación de coches y velocidad en ciudad universitaria

Punto de préstamos a distancia máxima de 250 metros

a. Nunca	b. Una vez por semana	c. Alguna vez por semana	d. Diariamente
----------	-----------------------	--------------------------	----------------

**Escenario 3**

Puntos de préstamo en la puerta de los centros.

a. Nunca	b. Una vez por semana	c. Alguna vez por semana	d. Diariamente
----------	-----------------------	--------------------------	----------------

**Escenario 4.**

Red de vías ciclistas segregadas del tráfico en el campus

Puntos de préstamo están en la puerta de los centros.

a. Nunca	b. Una vez por semana	c. Alguna vez por semana	d. Diariamente
----------	-----------------------	--------------------------	----------------

**Escenario 5**

Control de la circulación de coches y velocidad en ciudad universitaria

Puntos de préstamo están en la puerta de los centros.

a. Nunca	b. Una vez por semana	c. Alguna vez por semana	d. Diariamente
----------	-----------------------	--------------------------	----------------

32. ¿Con qué frecuencia utilizaría el servicio dadas las siguientes condiciones de coste?

Primera 1/2 hora gratis, posteriores 1 euro/hora

a. Nunca	b. Una vez por semana	c. Alguna vez por semana	d. Diariamente
----------	-----------------------	--------------------------	----------------

Primera 1/2 hora 50 cent, posteriores 1 euro/hora

a. Nunca	b. Una vez por semana	c. Alguna vez por semana	d. Diariamente
----------	-----------------------	--------------------------	----------------

**Ilustración 13. Modelo de cuestionario utilizado en la encuesta online (2/5)**

**Módulo II-1: Identificación de Viajes**

A continuación le vamos a pedir una serie de detalles sobre el último traslado que haya realizado usted a la Ciudad Universitaria (posiblemente ayer mismo). Sea por favor concreto y preciso. Tenga en cuenta que Viaje es el conjunto de etapas entre un origen y un destino con un motivo determinado.

La información de este bloque se refiere al último día que se desplazó a la Ciudad Universitaria.

12. ¿Cuál fue el origen del viaje que realizó con destino en la Ciudad Universitaria?

Municipio

Provincia

Calle, nº

Hora de salida HORA  MIN

13. ¿Este último desplazamiento realizado a ciudad universitaria, tuvo como destino final el centro de trabajo o lugar de estudios?

- a. Sí
- b. No

Por favor indique cuál fue su destino.

¿Con qué frecuencia se desplaza a este lugar?

- a. Nunca \*Contestar solo en caso negativo de la pregunta anterior
- b. Una vez al mes \*Contestar solo en caso negativo de la pregunta anterior
- c. Dos a tres veces al mes
- d. Una vez a la semana
- e. Dos a tres veces a la semana
- f. A diario

Hora de llegada HORA  MIN

14. Lugar/actividad que realizó antes del viaje a la ciudad universitaria

- a. Casa
- b. Trabajo
- c. Gestiones de trabajo
- d. Estudio
- e. Compras
- f. Ocio
- g. Deporte
- h. Médico
- i. Asunto personal
- j. Acompaña a otra persona
- k. Biblioteca
- l. Otros (especifique) \_\_\_\_\_

15. ¿Cómo llegó a Ciudad Universitaria (a la zona, no a la escuela, centro o destino final)

- a. Interurbano
- b. Metro
- c. Autobús
- d. Taxi
- e. Coche
- f. Moto
- g. Bicicleta
- h. A pie

16. ¿Cuál fue la estación de metro de destino en Ciudad Universitaria?

- a. Moncloa
- b. Ciudad Universitaria
- c. Metropolitano

Ilustración 14. Modelo de cuestionario utilizado en la encuesta online (3/5)

17. ¿Utilizó otros modos de transporte antes de (respuesta 15) ? En caso afirmativo indique cuáles.

A pie	X			
Linea de Cercanías, metro o autobús				
Metro**	X	6	-	-
RENFE Cercanías				
Resto Renfe				
Bus urbano Madrid (EMT)	46	46	46	46
Bus urbano otro municipio				
Bus interurbano				
Autobús discrecional				
Coche como conductor				
Coche como acompañante				
Moto como conductor				
Moto como acompañante				
Taxi				
Otros				

\*Si utilizó varias líneas de Metro indicar según el orden en que abordó en cada línea.

18. ¿En que parada bajó? Profesor Aranguren (Caminos)

19. ¿Una vez en la ciudad universitaria qué modo de transporte utilizó para desplazarse, desde la parada de autobús o la estación de metro, al destino final del viaje?

- a. Autobús
- b. Coche
- c. Moto
- a. Bicicleta
- b. A pie

20. ¿Cuánto tiempo utilizó en llegar desde la parada de autobús o la estación de metro a su destino (Centro, Facultad o Escuela) en ciudad

- a. 1-2 minutos
- b. 2-5 minutos
- c. 5-10 minutos
- d. 10-15 minutos
- e. 15-20 minutos
- f. Más de 20 minutos

21. Lugar/actividad que realizó una vez finalizada su estancia en la ciudad universitaria

- a. Casa
- b. Trabajo
- c. Gestiones de trabajo
- d. Estudio
- e. Compras
- f. Ocio
- g. Deporte
- h. Médico
- i. Asunto personal
- j. Acompaña a otra persona
- k. Biblioteca
- l. Otros (especifique) \_\_\_\_\_

### Módulo II-2: Movilidad Interna en Ciudad Universitaria

La información de este bloque se refiere al último día que se desplazó en la Ciudad Universitaria.

A continuación le preguntaremos sobre sus desplazamientos en el ámbito de Ciudad Universitaria. Ya falta poco para terminar la encuesta. Gracias por su paciencia.  
 Por favor tenga en cuenta las siguientes definiciones:  
 Viaje: es el conjunto de etapas entre un origen y un destino con un motivo determinado.  
 Etapa: es el desplazamiento realizado en cada modo de transporte.

22. En esta parte se responde a la interrogante ¿Realizó algún otro desplazamiento dentro de la Ciudad Universitaria durante el día? En caso afirmativo, completar la siguiente tabla.

Desplazamiento interno no. 1	
¿ A qué fue?	¿Cómo fue? Y ¿Cómo regresó?
Trabajar	A pie
Estudiar	Metro
Biblioteca	Autobús urbano
Visitar a alguien	Coche conductor
Comida	Coche acompañante
Hacer deporte	Moto conductor
Ocio/paseo	Moto acompañante
Otros (Especifique):	Taxi
	Otros

Desplazamiento interno no. 2	
¿ A qué fue?	¿Cómo fue? Y ¿Cómo regresó?
Trabajar	A pie
Estudiar	Metro
Biblioteca	Autobús urbano
Visitar a alguien	Coche conductor
Comida	Coche acompañante
Hacer deporte	Moto conductor
Ocio/paseo	Moto acompañante
Otros (Especifique):	Taxi
	Otros

Desplazamiento interno no. 3	
¿ A qué fue?	¿Cómo fue? Y ¿Cómo regresó?
Trabajar	A pie
Estudiar	Metro
Biblioteca	Autobús urbano
Visitar a alguien	Coche conductor
Comida	Coche acompañante
Hacer deporte	Moto conductor
Ocio/paseo	Moto acompañante
Otros (Especifique):	Taxi
	Otros

Desplazamiento interno no. 4	
¿ A qué fue?	¿Cómo fue? Y ¿Cómo regresó?
Trabajar	A pie
Estudiar	Metro
Biblioteca	Autobús urbano
Visitar a alguien	Coche conductor
Comida	Coche acompañante
Hacer deporte	Moto conductor
Ocio/paseo	Moto acompañante
Otros (Especifique):	Taxi
	Otros

Ilustración 15. Modelo de cuestionario utilizado en la encuesta online (4/5)

### Módulo III: Movilidad en la bicicleta

En esta sección le preguntamos sobre su uso de la bicicleta en general y sobre los factores que inciden en este uso.

En este módulo nos gustaría saber sus hábitos de uso de la bicicleta.

23. ¿Con qué frecuencia utiliza la bicicleta para desplazarse?

- Nunca
- Una vez al mes
- De dos a tres veces al mes
- Una vez a la semana
- De dos a tres veces a la semana
- A diario

24. Cuál es el motivo más habitual por el que utiliza la bicicleta? Contestar hasta dos (2) \*Sólo contestar si respondió b,c,d,e ó f en la 23

- Ir al trabajo
- Ir al lugar de estudios
- Ocio/paseo
- Gestiones del trabajo
- Ejercicio, deporte, entrenamiento, etc.
- Gestiones personales
- Compras
- Otros (especifique)

25. Valore las razones que le llevan a NO utilizar la bicicleta o utilizarla menos de lo deseado:

Las distancias a recorrer son muy largas

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Peligrosidad de la bicicleta

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Orografía del terreno

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Condición física insuficiente

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Limitaciones climáticas: lluvia, bajas temperaturas, etc

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Miedo al robo de la bicicleta

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Necesidad de instalaciones complementarias al uso de la bici: llumar para mirar la bici

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Es más cómodo usar otros transportes

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

No tengo bici

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Otros(Especifique) : \_\_\_\_\_

26. ¿Cómo valora los siguientes factores a la hora de decidir utilizar la bicicleta como modo de desplazamiento?

Es un modo de transporte eficiente (evita problemas de

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

No tiene restricción de horarios ni frecuencias

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Ahorra gastos de transporte (combustible, parking, abono transporte, etc.)

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

No contamina

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Es saludable, mantiene en forma

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Es más divertido o agradable que otros vehículos

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Otros (Especifique):

1 (Nada importante)	2 (Muy Poco importante)	3 (Poco importante)	4 (algo importante)	5 (Muy importante)	6 (Fundamental)
---------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Ilustración 16. Modelo de cuestionario utilizado en la encuesta online (5/5)

<i>Descripción</i>	<i>Censo</i>	<i>Encuesta</i>	$W_h$	$w_h$	$e_h$	<i>Cobertura</i>
Rectorado de la Universidad Complutense de Madrid (com18)	275	3	0,002	0,001	0,131%	1,1%
Vicerrectorado de Estudiantes de la Universidad Complutense de Madrid (com4)	0	3	-	0,001	0,000%	
Facultad de Bellas Artes. (com6)	1895	35	0,016	0,011	0,263%	1,8%
Facultad de Ciencias Biológicas. (com7)	2221	34	0,019	0,011	0,314%	1,5%
Facultad de Ciencias de la Información. (com8)	7115	25	0,060	0,008	1,179%	0,4%
Facultad de Ciencias Físicas. (com21)	1913	89	0,016	0,029	0,164%	4,7%
Facultad de Ciencias Geológicas. (com13)	1083	50	0,009	0,016	0,124%	4,6%
Facultad de Ciencias Matemáticas. (com9)	1353	68	0,011	0,022	0,133%	5,0%
Facultad de Ciencias Químicas. (com16)	2542	19	0,022	0,006	0,482%	0,7%
Facultad de Derecho. (com2)	10094	12	0,085	0,004	2,417%	0,1%
Facultad de Educación. (com1)	6250	36	0,053	0,012	0,862%	0,6%
Facultad de Farmacia. (com10)	2849	13	0,024	0,004	0,654%	0,5%
Facultad de Filología. (com14)	3420	23	0,029	0,008	0,590%	0,7%
Facultad de Filosofía. (com20)	878	9	0,007	0,003	0,242%	1,0%
Facultad de Geografía e Historia. (com11)	3688	65	0,031	0,021	0,376%	1,8%
Facultad de Informática. (com3)	2510	111	0,021	0,036	0,193%	4,4%
Facultad de Medicina. (com12)	3717	21	0,031	0,007	0,671%	0,6%
Facultad de Odontología. (com5)	859	8	0,007	0,003	0,251%	0,9%
Facultad de Psicología. (com22)	0	11	-	0,004	0,000%	
Facultad de Veterinaria. (com17)	1705	77	0,014	0,025	0,158%	4,5%
Escuela Universitaria de Enfermería, Fisioterapia y Podología. (com15)	1510	4	0,013	0,001	0,626%	0,3%
Escuela Universitaria de Estadística. (com19)	413	4	0,003	0,001	0,171%	1,0%
Rectorado de la Universidad Politécnica de Madrid (a)	300	75	0,003	0,025	0,025%	25,0%

<b>E.T.S. Arquitectura (b)</b>	5059	187	0,043	0,061	0,301%	3,7%
<b>E.T.S.I. Aeronáuticos (l)</b>	2334	182	0,020	0,060	0,138%	7,8%
<b>E.T.S.I. Agrónomos (o)</b>	2740	171	0,023	0,056	0,168%	6,2%
<b>E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (p)</b>	2730	150	0,023	0,049	0,180%	5,5%
<b>E.T.S.I. Montes (q)</b>	1410	75	0,012	0,025	0,132%	5,3%
<b>E.T.S.I. Navales (r)</b>	806	66	0,007	0,022	0,079%	8,2%
<b>E.T.S.I. Telecomunicación (s)</b>	3477	261	0,029	0,086	0,172%	7,5%
<b>E.U. de Arquitectura Técnica (t)</b>	3007	96	0,025	0,031	0,251%	3,2%
<b>E.U.I.T. Aeronáutica (u)</b>	1821	139	0,015	0,046	0,123%	7,6%
<b>E.U.I.T. Agrícolas (c)</b>	1445	63	0,012	0,021	0,148%	4,4%
<b>E.U.I.T. Forestal (d)</b>	1104	42	0,009	0,014	0,139%	3,8%
<b>Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF) (e)</b>	1295	54	0,011	0,018	0,143%	4,2%
<b>E. Politécnica de Enseñanza Superior (f)</b>	0	5	-	0,002	0,000%	
<b>Centro de Enseñanza Superior C.E.U. Arquitectura (g)</b>	0	1	-	0,000	0,000%	
<b>Centro Superior de Diseño de Moda de Madrid (h)</b>	0	1	-	0,000	0,000%	
<b>Instituto de Energía Solar (j)</b>	20	11	0,000	0,004	0,003%	55,0%
<b>Rectorado de la UNED (uned5)</b>	200	2	0,002	0,001	0,117%	1,0%
<b>UNED Ciencias (uned1)</b>	580	21	0,005	0,007	0,103%	3,6%
<b>UNED Edificio Humanidades (uned2)</b>	565	27	0,005	0,009	0,088%	4,8%
<b>UNED C.O.U. (uned3)</b>	0	1	-	0,000	0,000%	
<b>UNED Derecho, Ciencias Políticas y Sociológicas (uned4)</b>	610	11	0,005	0,004	0,151%	1,8%
<b>Hospital Clínico Universitario San Carlos</b>	4800	4	0,041	0,001	1,991%	0,1%
<b>Clínica de la Concepción - Fundación Jiménez Díaz</b>	2300	1	0,019	0,000	1,909%	0,0%
<b>Casa de Velázquez</b>	41	1	0,000	0,000	0,034%	2,4%
<b>Instituto del Frío - CSIC</b>	98	16	0,001	0,005	0,019%	16,3%
<b>Instituto de Investigaciones Biológicas - CSIC</b>	453	1	0,004	0,000	0,376%	0,2%
<b>CIEMAT: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas</b>	1492	151	0,013	0,050	0,096%	10,1%

Tabla 36. Error y cobertura del estudio por centros

Ocupación	Censo	Encuesta	F=C/E
Estudiantes	0,69	0,78	0,88
Trabajadores	0,31	0,22	1,41

**Tabla 37. Factores de reponderación por ocupación: estudiantes y trabajadores**

		COCHE	EDAD	BARRERA 4	BARRERA 8
COCHE	Correlación de Pearson	1	-,456(**)	-,155(**)	-,152(**)
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000
	N	3048	3048	3047	3047
EDAD	Correlación de Pearson	-,456(**)	1	,278(**)	,127(**)
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000
	N	3048	3048	3047	3047
BARRERA 4	Correlación de Pearson	-,155(**)	,278(**)	1	,361(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000
	N	3047	3047	3047	3047
BARRERA 8	Correlación de Pearson	-,152(**)	,127(**)	,361(**)	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	
	N	3047	3047	3047	3047

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Barrera 4: Condición física insuficiente

Barrera 8: Es más cómodo utilizar otros transportes.

**Tabla 38. Correlaciones de Pearson para las variables: coche, edad, condición física insuficiente (barrera 4) y comodidad de utilizar otros transportes (barrera 8)**

BARRERA8	COCHE	
	No	Si
Nada importante	24,66%	16,10%
Muy poco importante	14,60%	15,94%
Poco importante	31,65%	24,36%
Algo importante	19,22%	23,22%
Muy importante	7,00%	12,92%
Fundamental	2,87%	7,45%
Total general	100,00%	100,00%

**Tabla 39. Relación de la valoración de la comodidad de utilizar otros transportes con la disponibilidad de automóvil. Los usuarios que disponen de automóvil asignan mayor valoración a la comodidad que presentan otros transportes en comparación con la bicicleta.**

## Histograma de frecuencias con respecto a la valoración de barreras

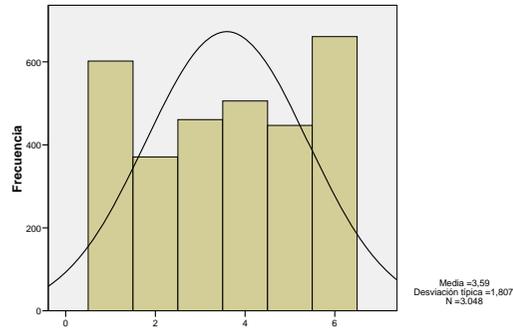


Gráfico 26. Valoración de la barrera 1: Las distancias a recorrer son muy largas

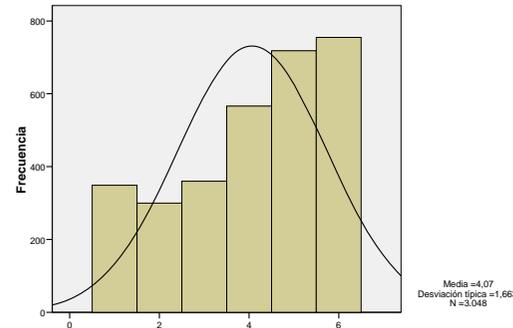


Gráfico 27. Valoración de la barrera 2: Peligrosidad de la bicicleta

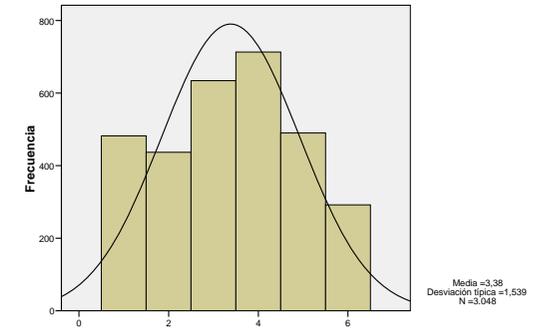


Gráfico 28. Valoración de la barrera 3: Orografía del terreno

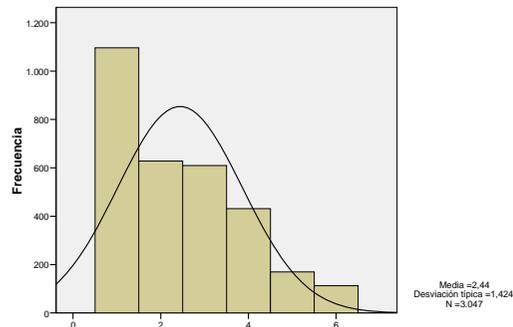


Gráfico 29. Valoración de la barrera 4: Condición física insuficiente

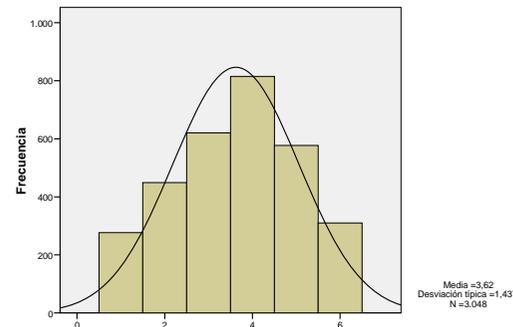


Gráfico 30. Valoración de la barrera 5: Limitaciones climáticas: lluvia, bajas temperaturas, etc.

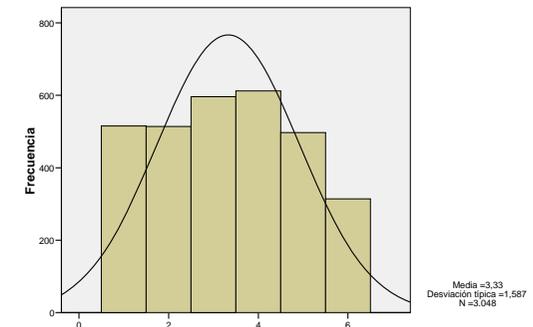


Gráfico 31. Valoración de la barrera 6: Miedo al robo de la bicicleta

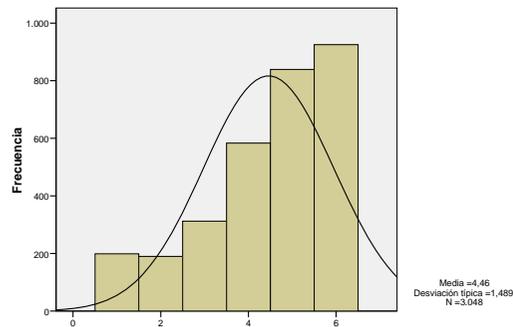


Gráfico 32. Valoración de la barrera 7: Necesidad de instalaciones complementarias al uso de la bici: lugar para guardar la bici en casa, duchas en el destino, aparcamientos para bicis, etc.

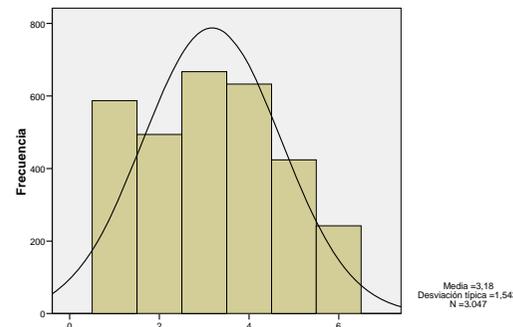


Gráfico 33. Valoración de la barrera 8: Es más cómodo usar otros transportes

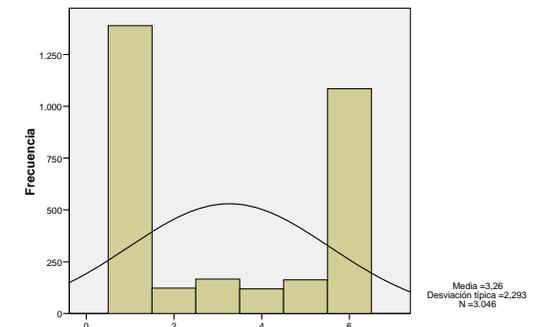


Gráfico 34. Valoración de la barrera 9: No tengo bici  
Los dos "picos" del histograma se explican con la disponibilidad de bici, cerca de la mitad de la población no tiene, por tanto asumen esta barrera como fundamental (ver tabla siguiente)

<b>Valoración de la Barrera 9: No tengo bici</b>	<b>Disponibilidad de bici</b>		
	<b>Si</b> <b>49,89%</b>	<b>No</b> <b>50,11%</b>	<b>Total general</b>
Nada importante	87,15%	11,23%	49,11%
Muy poco importante	1,96%	3,64%	2,80%
Poco importante	2,36%	7,03%	4,70%
Algo importante	1,19%	7,22%	4,21%
Muy importante	0,74%	9,41%	5,08%
Fundamental	6,60%	61,48%	34,10%

Tabla 40. Valoración de la barrera 9: No tengo bici. Los dos “picos” del histograma en la página anterior se explican con la disponibilidad de bici, cerca de la mitad de la población no tiene, por tanto asumen esta barrera como fundamental

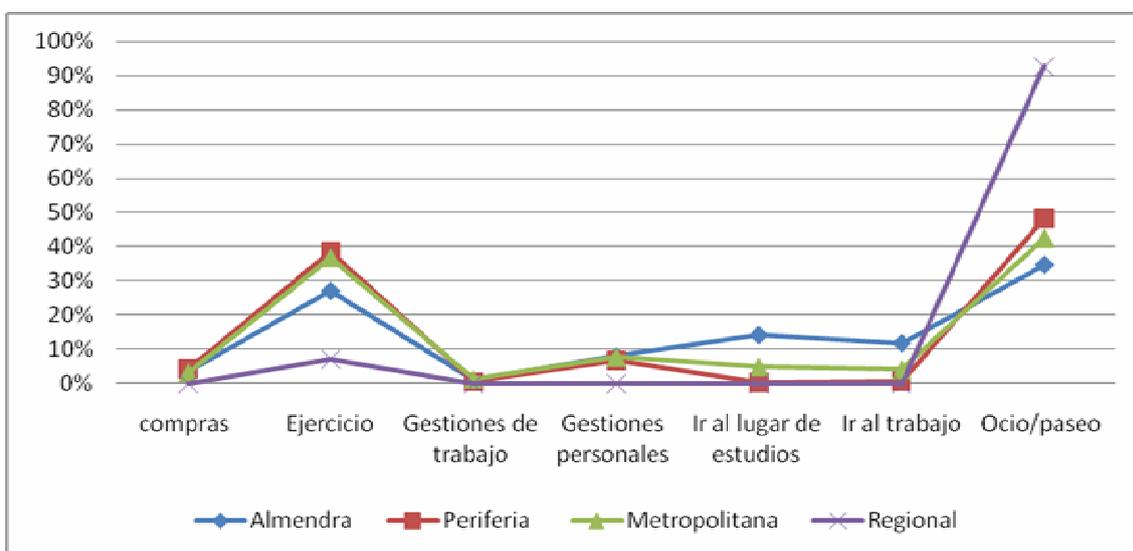


Gráfico 35 Motivos para el uso de la bici según zona de residencia

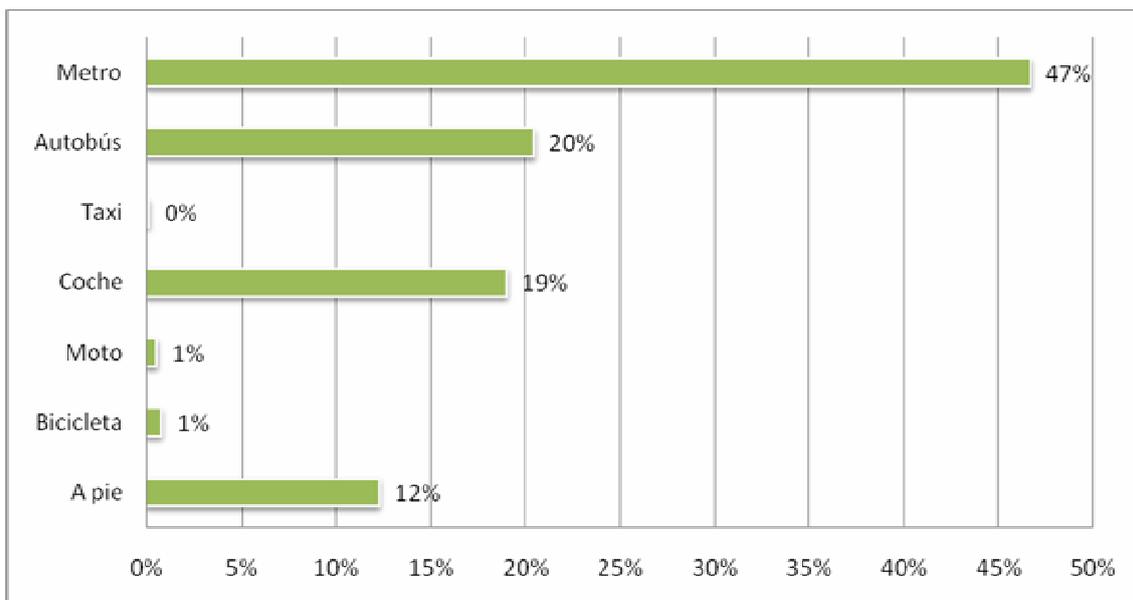


Gráfico 36. Modos de acceso a la Ciudad Universitaria

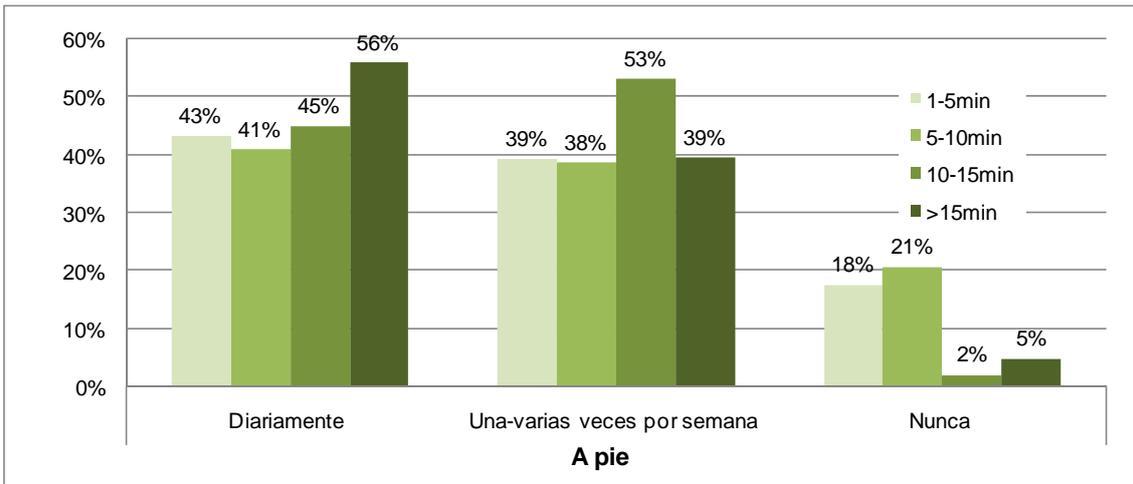


Gráfico 37. Uso de UNIBICI en relación con el tiempo de dispersión a pie

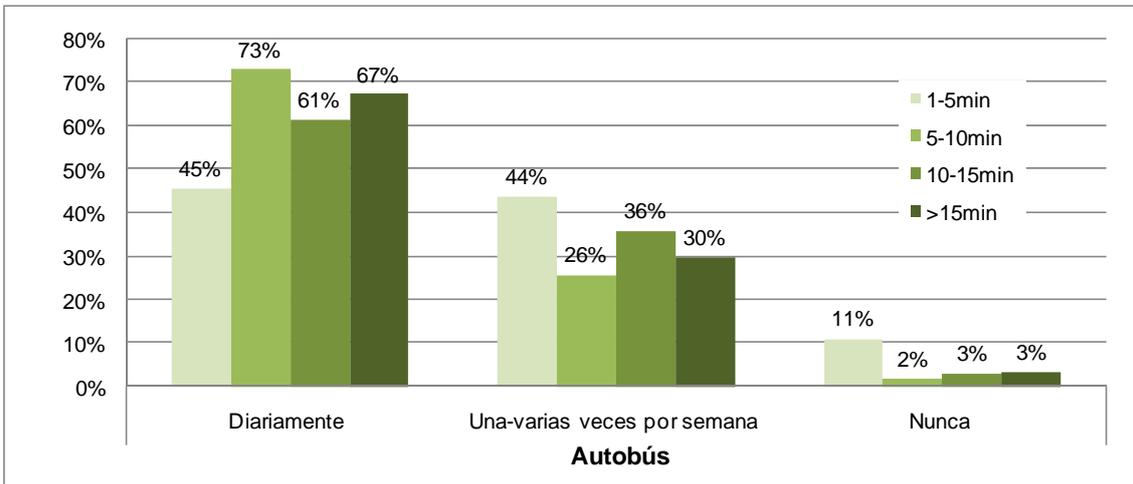


Gráfico 38. Uso de UNIBICI en relación con el tiempo de dispersión en autobús

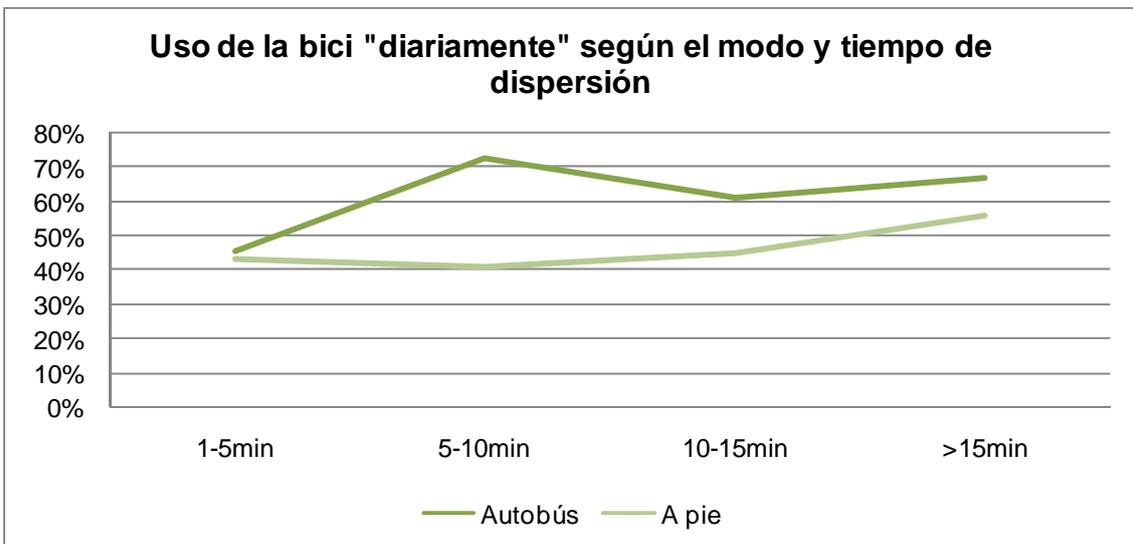


Gráfico 39. Uso de UNIBICI diariamente según el modo y tiempo de dispersión.

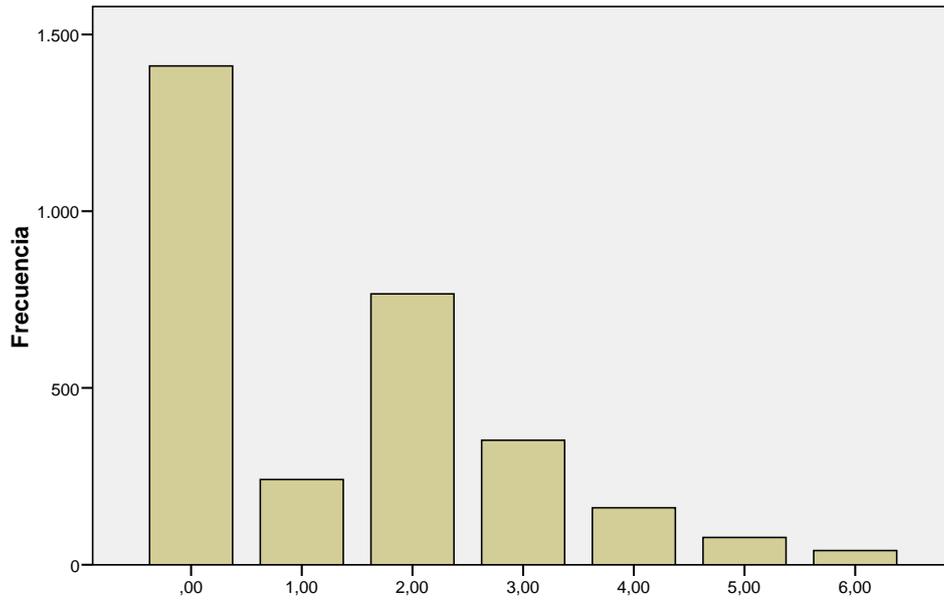


Gráfico 40. Histograma de frecuencias de viajes internos

OCUPACIÓN	Estudiantes	Trabajadores
Media	1,06	0,76
Mediana	1,00	0,00
Varianza	1,66	1,15
Desviación típica	1,29	1,07
Mínimo	0,00	0,00
Máximo	6,00	6,00
Rango	6,00	6,00
Asimetría	1,46	2,16
Curtosis	2,19	6,31

Tabla 41. Estadísticos descriptivos de viajes internos por ocupación: Estudiantes y Trabajadores

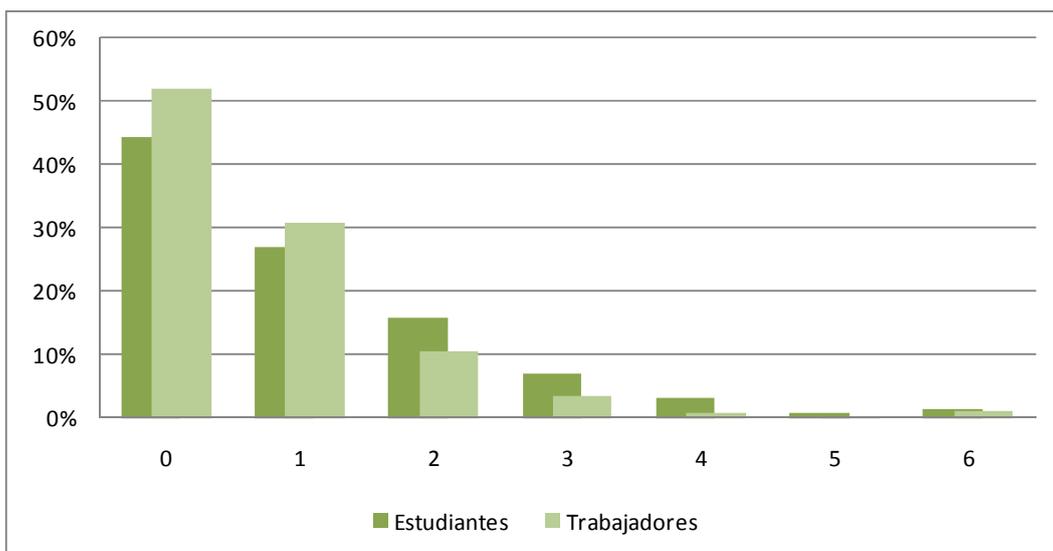


Gráfico 41. Gráfico de frecuencias relativas para viajes internos, en estudiantes y trabajadores

<i>Motivo de viaje</i>	<i>Estudiantes</i>	<i>Trabajadores</i>
Trabajar	34%	66%
Estudiar	98%	2%
Biblioteca	91%	9%
Visitar	67%	33%
Comida	61%	39%
Ocio/paseo	89%	11%
<b>Total general</b>	<b>77%</b>	<b>23%</b>

Tabla 42. Viajes internos según motivos y ocupación

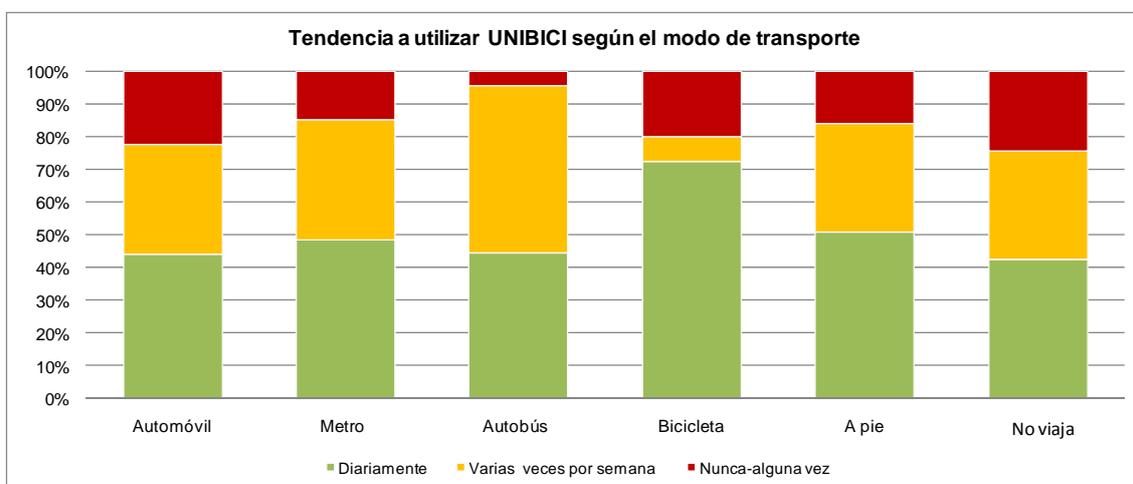


Gráfico 42. Tendencia a utilizar UNIBICI según modo de transporte en el viaje interno no.

1

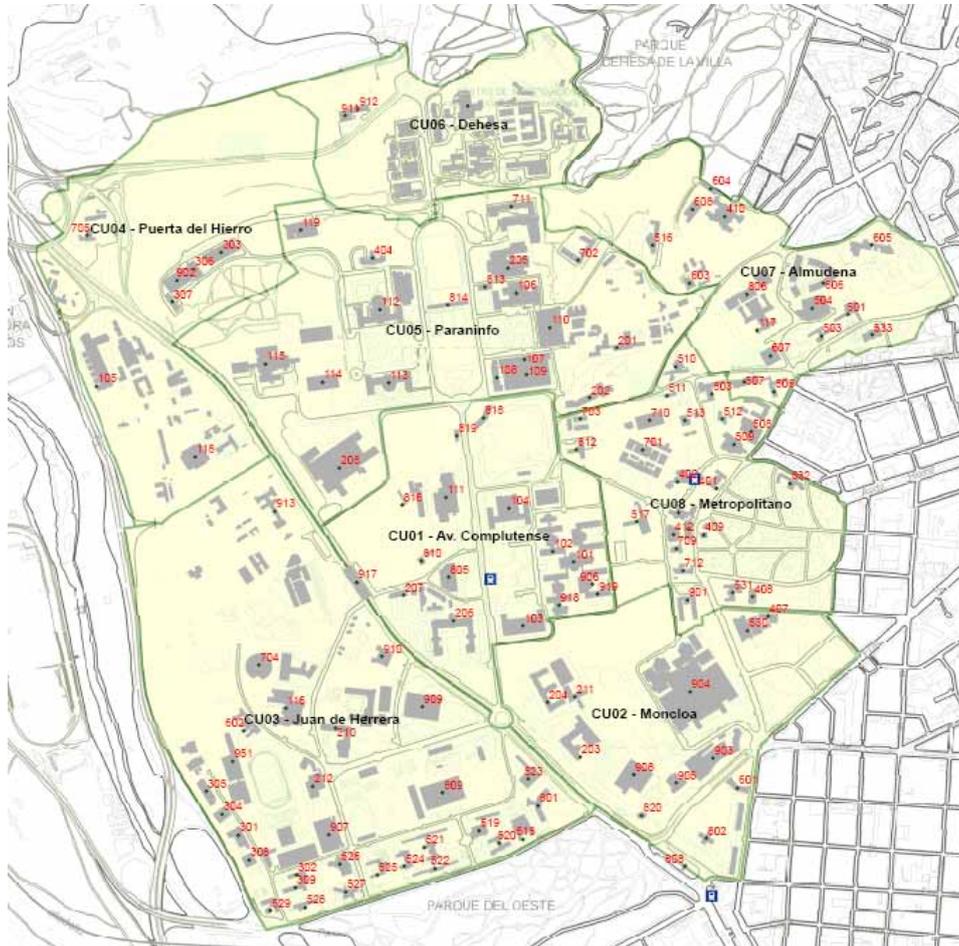
<i>La peligrosidad de la bicicleta</i>	<i>Nunca</i>	<i>Una-varias veces por semana</i>	<i>Diariamente</i>
Nada importante	2%	39%	60%
Muy poco importante	2%	36%	61%
Poco importante	14%	37%	49%
Algo importante	3%	37%	60%
Muy importante	4%	63%	33%
Fundamental	8%	60%	32%

Tabla 43. Valoración de la peligrosidad de la bicicleta y el uso de UNIBICI en el Escenario 3: Puntos de préstamo en la puerta de los centros, sin carril bici.

### Análisis de la movilidad interna

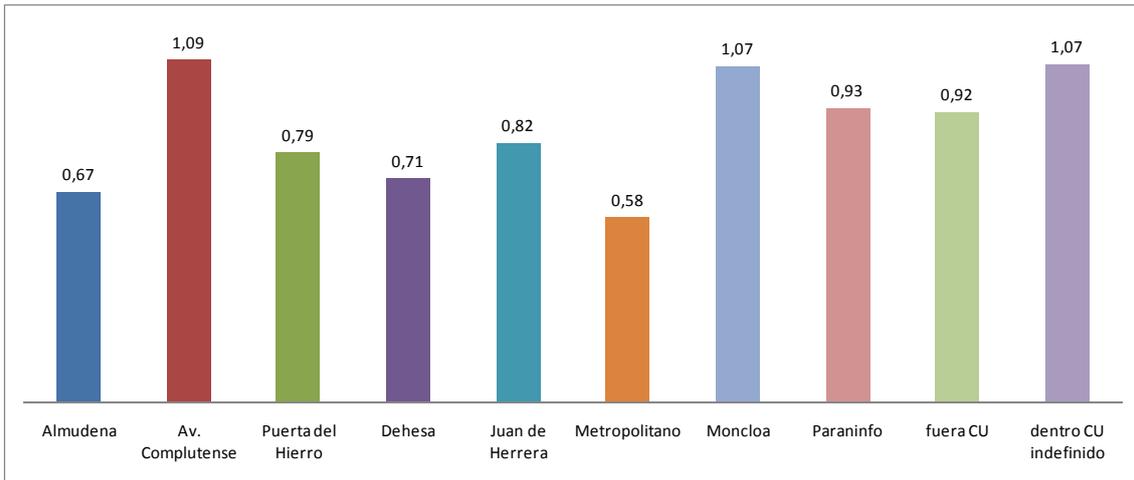
Existe elevada movilidad interna, la media general es 0,92 viajes por persona/día. Seccionados por zona de estudio o trabajo, la zona que posee la media de viajes mayores, es *Av. Complutense* alcanzando 1,09 viajes/persona. Esta zona incluye facultades tales como: Medicina, Odontología, Agrónomos, Farmacia, etc. En segundo

plano se encuentran: Moncloa (1,07 viajes/día) y Paraninfo (0,93 viajes/día); en tercer lugar se encuentra el conjunto de zonas: Juan de Herrera (0,82 viajes/día) y Puerta del Hierro (0,79 viajes/día). En este mismo orden se disponen más bicicletas en las zonas con mayor movilidad.



**Ilustración 17. Zonas para el análisis de la movilidad interna**

Existe una diferencia significativa entre las medias calculadas para cada zona, con lo cual la localización representa un factor influyente en los patrones de movilidad de Ciudad Universitaria. Obteniendo así, medias estadísticamente distintas por cada zona, el gráfico siguiente muestra las medias obtenidas para cada zona de Ciudad Universitaria según los viajes/día por persona.



**Gráfico 43 Medias de Viajes Internos por Zonas**

La información concerniente a la movilidad por zonas resulta bastante útil al momento de estructurar el sistema de bicicleta pública. Con la adecuada ponderación y expansión de esta información es posible obtener una estimadores estadísticos de los patrones de movilidad, indicando los lugares donde las personas realizan mas viajes internos y necesitaría mayor disponibilidad del sistema. El Paraninfo es la zona que ha captado más viajes internos, llegando al 33% del total, aunque la media de viajes internos por persona/día es 0,93.

## Anexo III. Planos