Distribución espacial de estaciones de bicicletas públicas mediante modelos de localización óptima

Marta LATORRE SÁNCHEZ

Javier GUTIÉRREZ PUEBLA

Juan Carlos GARCÍA PALOMARES

Departamento de Geografia Humana

Universidad Complutense de Mackid



XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica Tecnologías de la Información Geográfica en el contexto del Cambio Global









Utilidad de los modelos de localización óptima de Servicios ⇒ SIG → Localización de Bases de bicicletas

Mínima Impedancia Máxima Cobertura





I. INTRODUCCIÓN

- ✓ Promoción del uso de la bicicleta en el marco de la movilidad sostenible:
 - Ecología
 - Economía
 - Salud
- ✓ Planificación urbana
 - → factores que incrementan el uso de la bicicleta
 - → medidas que potencian un cambio modal
- ✓ Actuaciones destacadas → Programas de préstamo de bicicletas: Retal Bike, Public-Use Bicycles, Bicycle Transit, Smart-Bikes, ...

5

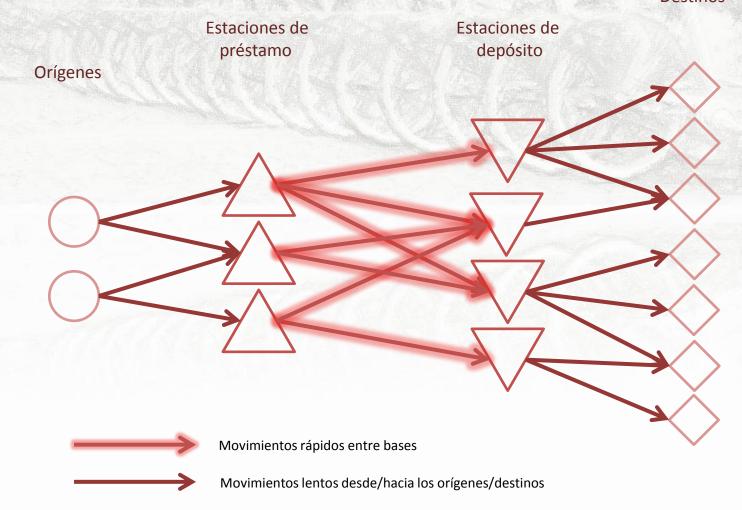
Claves del éxito de los programas de préstamo de bicicleta (*Lin y Yang, 2011*):

- → Localización óptima de las bases
- → Relación con la demanda de viajes

Aceptación entre los usuarios:

- → Distancia entre bases y los O/D pequeñas
- → Distancia entre las bases asumibles por el desplazamiento

Tomar una bicicleta en una base y depositarla en cualquier otra próxima al lugar de destino Destinos



Sistemas de información Geográfica:

- Conocer y analizar la distribución de la demanda potencial de usuarios de la bicicleta
- ⇒ Herramientas de localización óptima de servicios: Location-Allocation models.
- ⇒ Facilitar la caracterización de las estaciones, analizar el nivel de servicio, étc.

⇒ Proponer una metodología basada en los SIG para determinar la localización óptima de las bases de bicicletas e identificar sus características principales

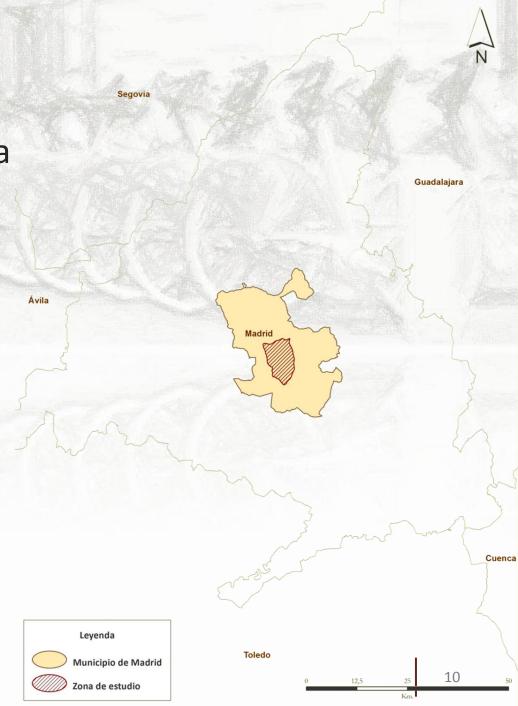


II. ÁREA DE ESTUDIO Y DATOS

Área de estudio: "Almendra Central"

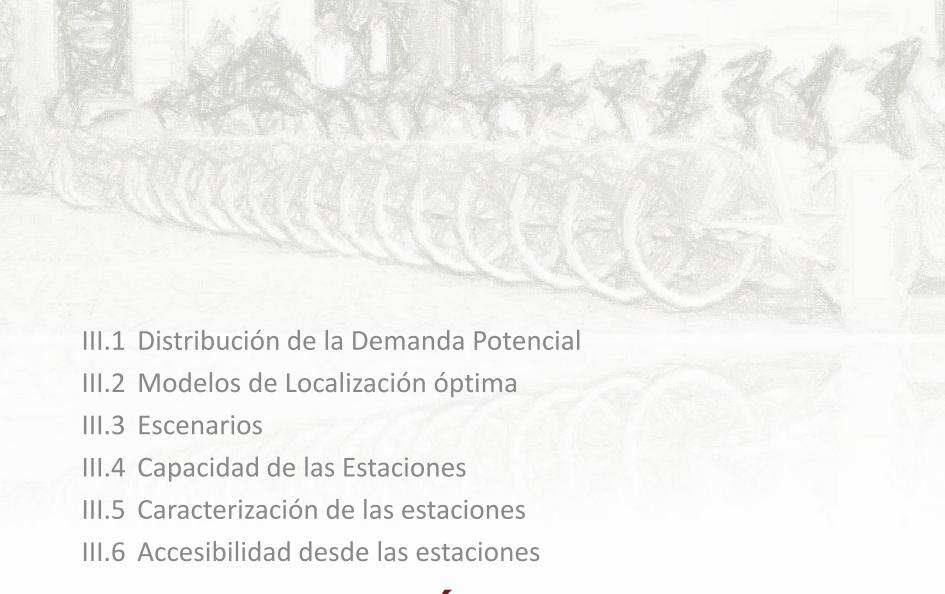
Delimitada por la Calle 30.

- ✓ Diversidad de usos de suelo
- ✓ Fuertes Densidades de población (1,1 millones de habitantes) y empleo (0, 93 millones de puestos de trabajo)



Información cartográfica y estadística

- ✓ Callejero municipal, Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.
- ✓ Portales, Instituto Geográfico Nacional.
 - ✓ Población, Censo de Población y Viviendas, Padrón municipal de habitantes. INE 2001 y 2010.
 - ✓ Puntos de Actividad Económica, Directorio de actividades económicas,
 2007
- ✓ Encuesta Domiciliaria de Movilidad del año 2004, datos de viajes a nivel de Zona de Transporte. Consorcio Regional de Transportes de Madrid.
- ✓ Usos del suelo, Instituto Geográfico Nacional
- ✓ Red de Transporte público:
 - Red de Metro, Red de Cercanías, Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.
 - Intercambiadores de Transporte y polos de intercambio: información,
 Consorcio Regional de Transportes de Madrid, Ayuntamiento de Madrid.



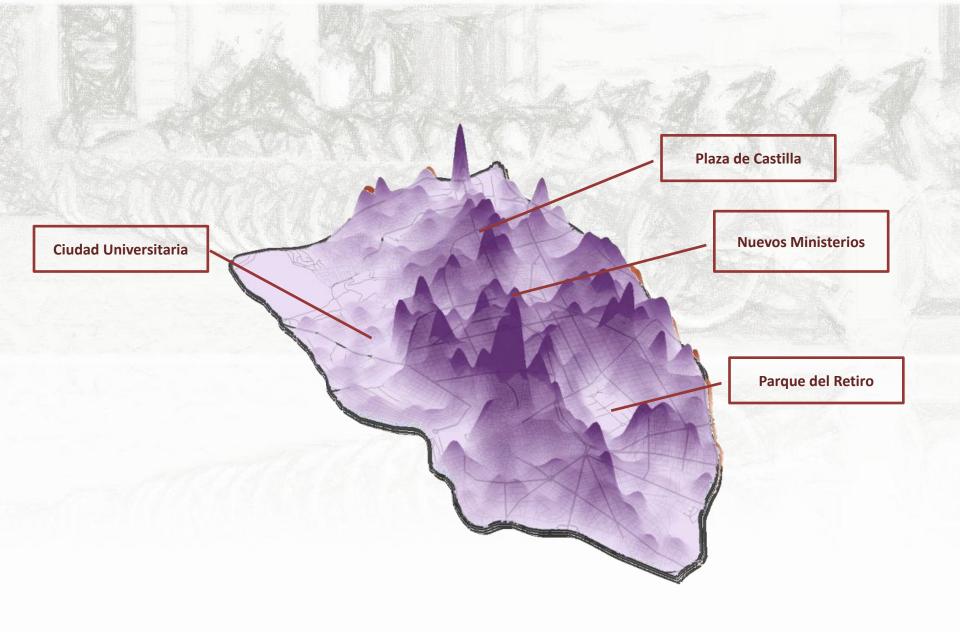
III. METODLOGÍA

III.1 Distribución de la Demanda Potencial

Total Viajes = Viajes Generados + Viajes Atraídos

Combinación de los puntos de elevada generación y atracción

- Generación de viajes: Viajes producidos por la población residente desde los domicilios, áreas residenciales.
- Atracción de viajes: desplazamientos producidos hacia/desde los centros de actividad económica



III.2 Modelos de localización óptima

- ⇒ 5 escenarios : 100, 200, 300, 400 y 500 bases Modelos de localización óptima o de *Location-Allocation* (ubicación-asignación):
 - Minimizar la impedancia;
 - Maximizar la cobertura.
- ⇒ establecer estaciones obligatorias en todas las estaciones de trenes suburbanos y en las estaciones de Metro con más de 10 000 viajeros día. En total suponen 52 estaciones obligatorias, que se mantienen fijas en todos los escenarios.

III.3 Escenarios

Ciudad	Nº bicicletas/ 1 000 Hab.
París	9,6
Lyon	6,4
Copenhague	4,0
Barcelona	3,7

⇒ 5 escenarios : 100, 200, 300, 400 y 500 bases

Escenarios planteados en el área central de Madrid

Escenarios (número de bases)	Nº Bicicletas	Nº Anclajes	Nº Bicicletas/ 1 000 Hab.	
100	1 200	2 400	1,1	
200	2 400	4 800	2,2	
300	3 600	7 200	3,3	
400	4 800	9 600	4,4	
500	6 000	12 000	5,5	

III.4 Capacidad de las estaciones

Número de Bicicletas por estación: 12

Número de Anclajes por estación: 24

La capacidad de las estaciones puede variar espacialmente, en función del espacio que cubren.

Los modelos de localización óptima proporcionan la cantidad de demanda potencial asignada a cada una de las futuras estaciones.

→Nº total de anclajes/las estaciones de forma proporcional a la demanda asignada

III.5 Caracterización de las estaciones

Conocer la distribución de las bicicletas en cada base en función de la demanda asimétrica de los viajes a lo largo del día.

Localización de la base → Tipología de demanda → Caracterización de la Base.

Viajes Atraídos/Total de Viajes

- ✓ Generadoras: < 40%
- ✓ Mixtas: 40%-60%
- ✓ Captadoras/Atractoras: 60%-80%
- ✓ Muy Captadoras/Atractoras: > 80%

III.6 Accesibilidad desde las estaciones

Impacto territorial de las bases: utilidad de las estaciones Modelo de máxima cobertura ⇒indicador de accesibilidad potencial

$$P_i = \sum_{j=1}^n \frac{M_j}{d_{ij}^{\alpha}}$$

 P_i : potencial de mercado de la estación i,

 M_j : viajes atraídos en la estación de destino j,

 d_{ij} : distancia entre el origen i y el destino j, medida en tiempo en bicicleta.

 \propto : efecto de la fricción de la distancia, $\propto = 2$

Indicador de Accesibilidad: Volumen de actividad a la cual tiene acceso cada estación.



- IV.1 Distribución de la demanda potencial
- IV.2 Localización de las estaciones
- IV.3 Caracterización de las estaciones
- IV.4 Accesibilidad desde las estaciones

IV. RESULTADOS

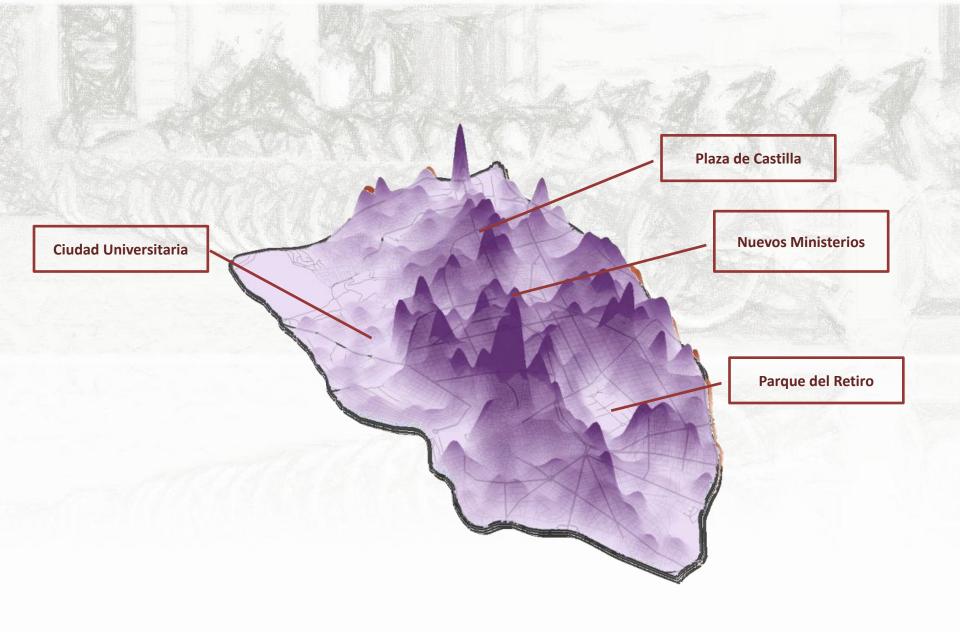
IV.1 Distribución de la demanda potencial

Densidad de viajes potenciales en bicicleta en el área de estudio:

Total viajes = Viajes Generados + Viajes Atraídos

Demanda Potencial de Viajes = Demanda de Viajes

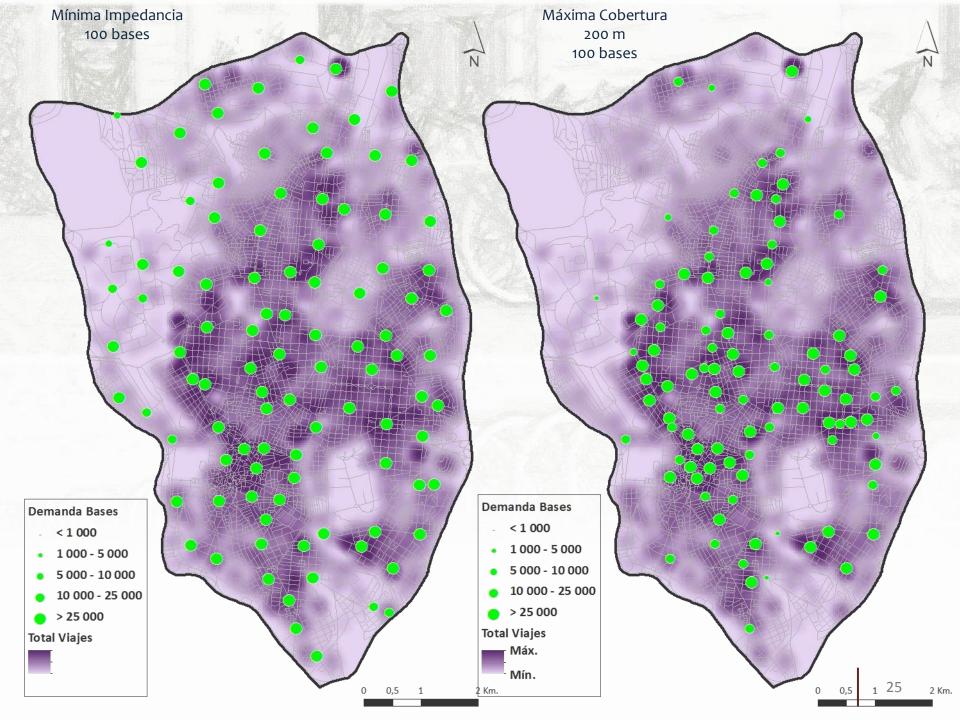
Generados + Demanda de Viajes Atraídos

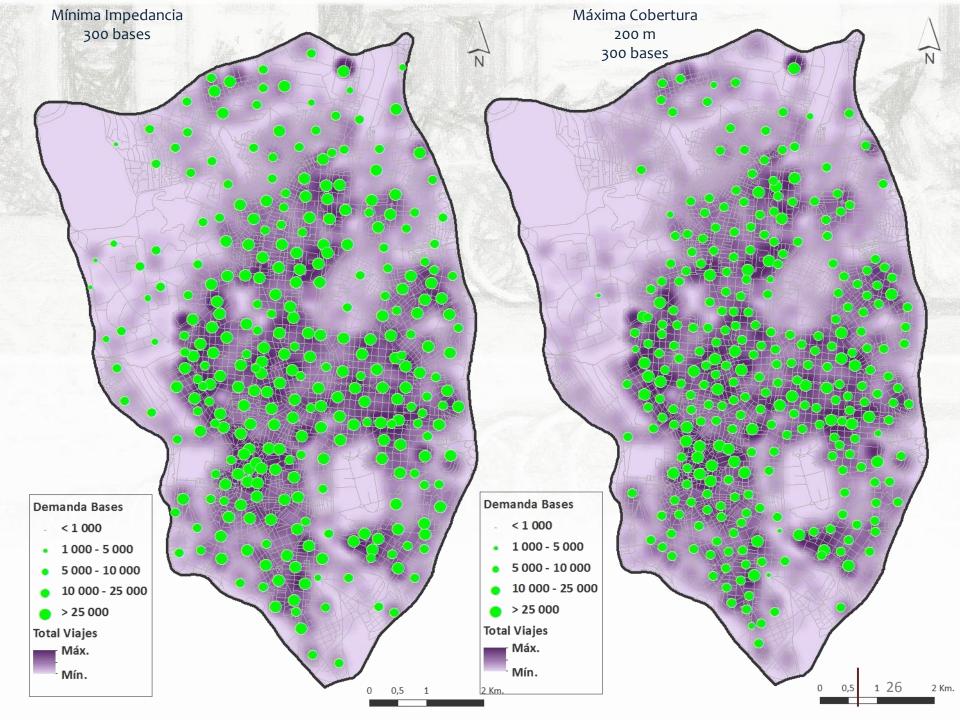


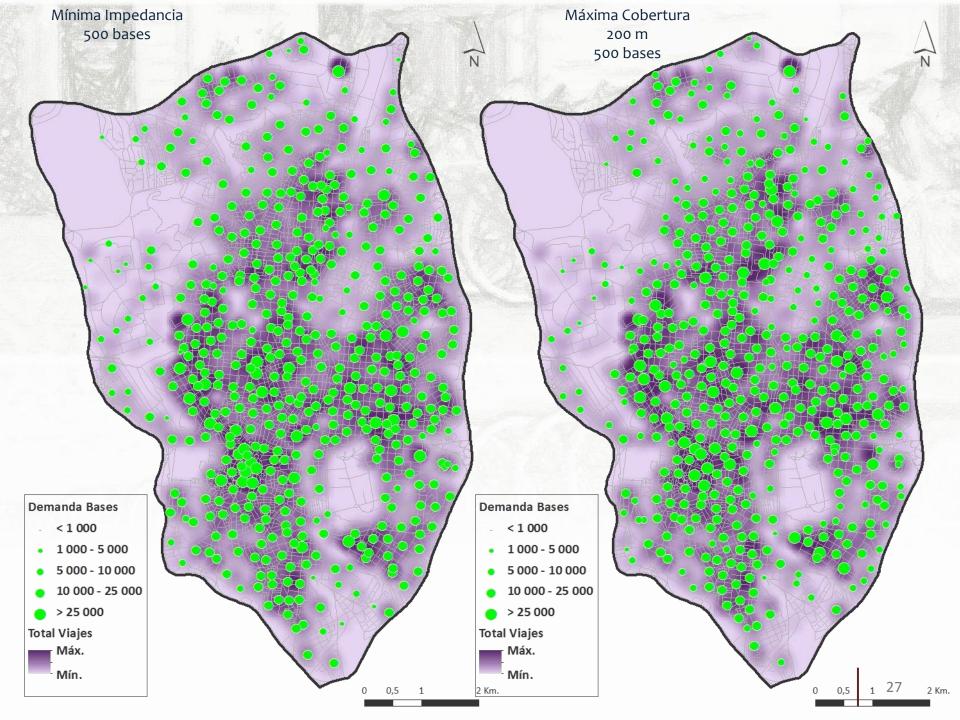
IV.2 Localización de las Estaciones

Resultados de los modelos de localización óptima: Diferente distribución de las bases en cada escenario.

- Modelos de Mínima Impedancia: las estaciones cubren todo el espacio
- •Modelos de Máxima Cobertura: las estaciones se concentran en las áreas de mayor densidad de demanda. Incremento del número de estaciones: se incrementa la densidad de las estaciones
 - -Mín. Impedancia: de manera homogénea
 - –Máx. Cobertura: espacios de mayor densidad reforzando la concentración.







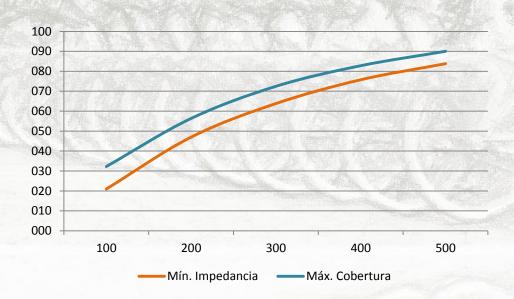
Comparación de accesibilidad a las bases de bicicletas a través de la red: Criterios de Mínima Impedancia:

N° de bases	Distancia [m]		The state of the s		Distancia máxima [m]	Demanda bases		Demanda Cubierta 200 m	
	\overline{x}	σ	\overline{x}	σ		\overline{x}	σ	Total	%
100	366,4	63,3	344,9	67,4	793,7	79 922,7	43 479,3	1 675 270,1	21,0
200	252,6	63,2	225,6	65,9	798,6	39 961,3	14 008,5	3 754 765,0	47,0
300	199,8	51,9	176,1	53,1	797,4	26 640,9	9 076,7	5 100 530,2	63,8
400	171,3	48,3	148,1	48,5	797,8	19 980,7	7 002,0	6 053 825,0	75,7
500	150,1	41,5	128,3	44,2	796,5	15 984,5	5 944,1	6 699 270,0	83,8

Comparación de accesibilidad a las bases de bicicletas a través de la red: Criterios de Máxima Cobertura (200 m)

N° de bases	Distancia [m]		Distancia media [m] ponderada demanda		Distancia máxima [m]	Demanda bases		Demanda Cubierta 200 m	
	\overline{x}	σ	\overline{x}	σ		\overline{x}	σ	Total	%
100	133,5	13,8	132,0	21,2	200,0	25 758,3	13 042,9	2 575 827,8	32,2
200	130,7	11,8	131,9	17,4	200,0	22 518,1	9 255,3	4 503 626,4	56,3
300	127,7	13,1	129,7	17,6	200,0	19 306,2	7 978,8	5 791 870,2	72,5
400	123,8	13,5	124,9	18,2	200,0	16 544,0	7 364,2	6 617 586,6	82,8
500	122,3	13,9	124,3	19,6	200	14 389,5	7 732,8	7 194 754,5	90,0

% Demanda cubierta a 200 m.

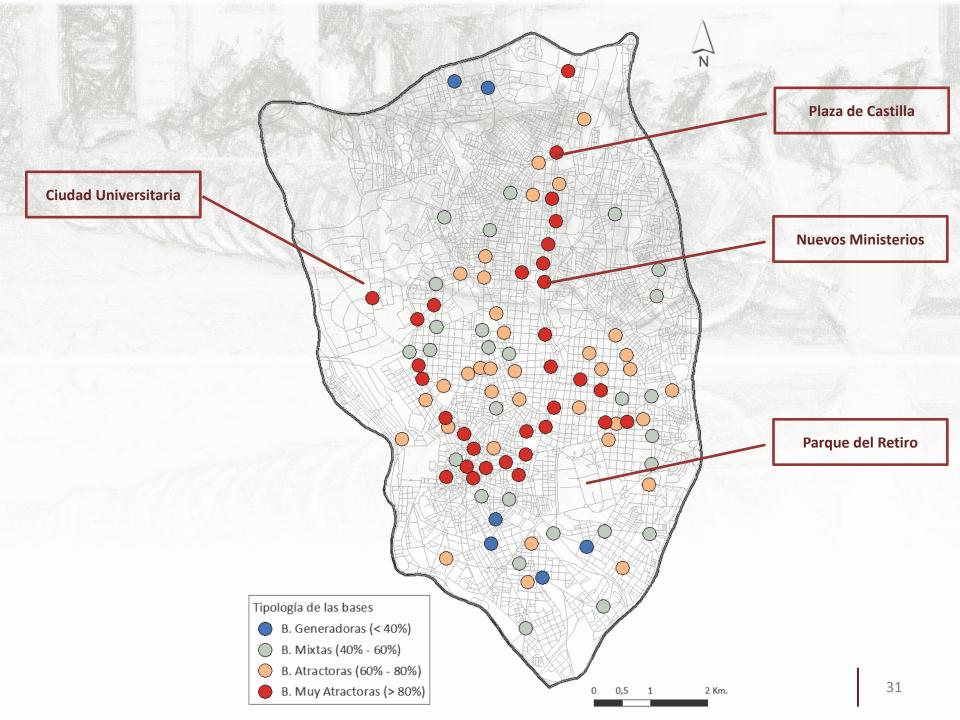


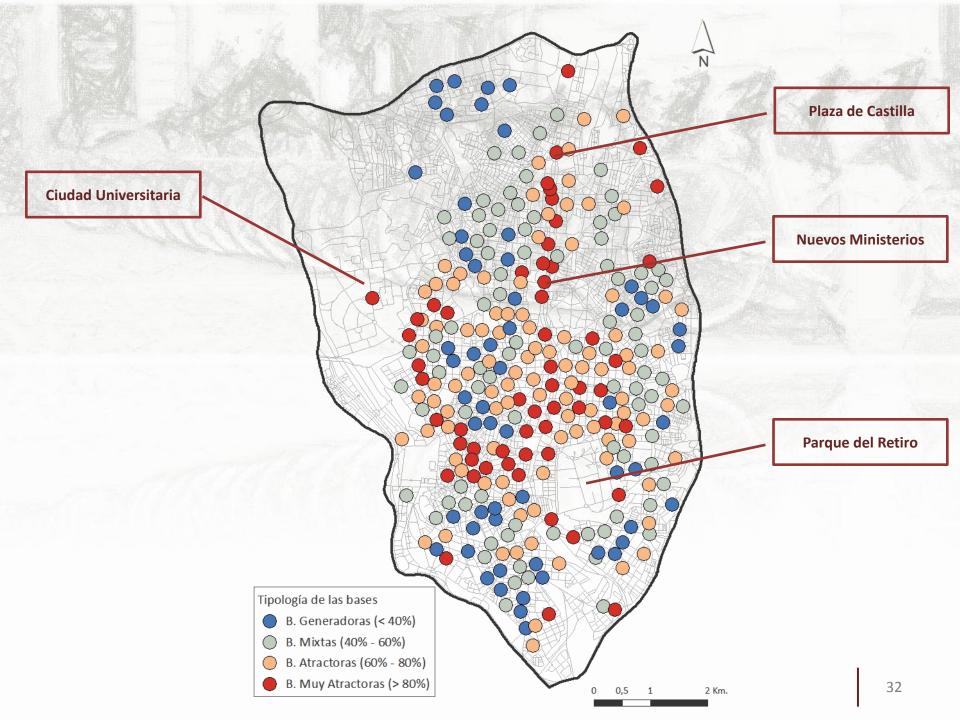
N° de bases	Mín. Impedancia	Máx. Cobertura
100	20,96	32,23
200	46,98	56,35
300	63,82	72,47
400	75,75	82,80
500	83,82	90,02

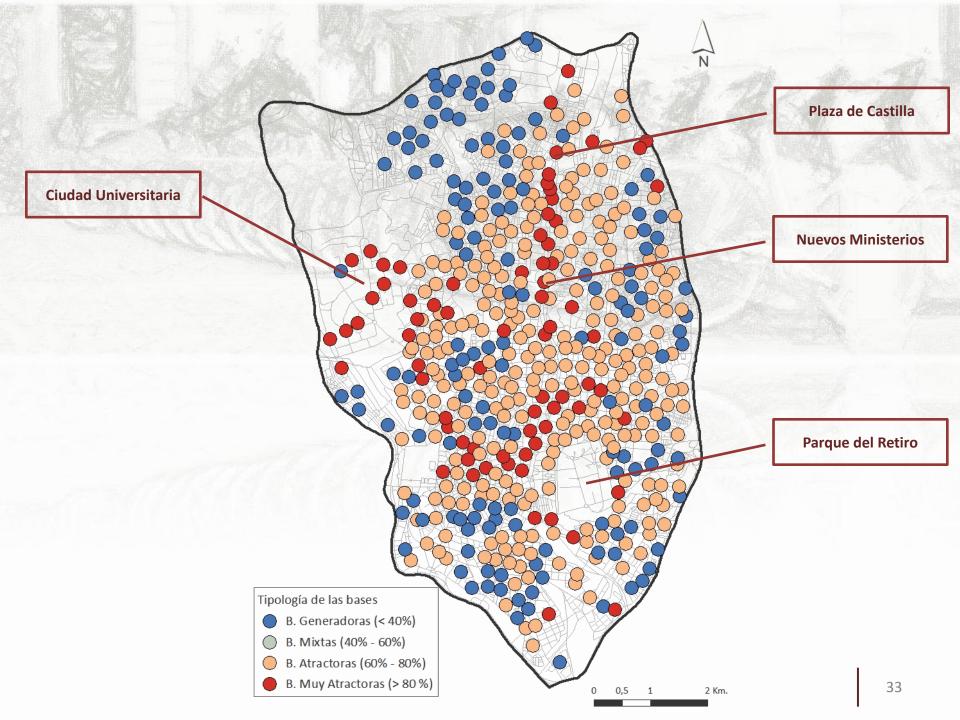
IV.3 Caracterización de las Estaciones

Características de las bases en función de su localización

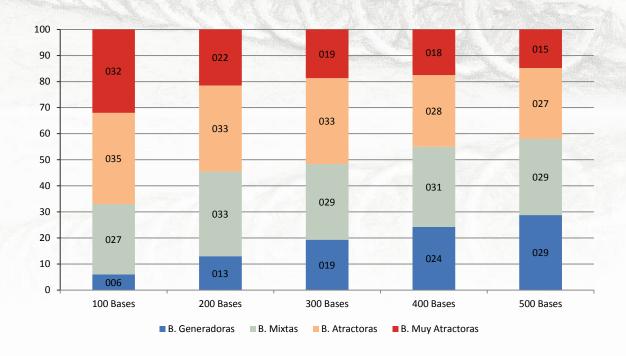
- ✓ Bases Generadoras
- ✓ Bases Mixtas
- ✓ Bases Captadoras / Atractoras
- ✓ Bases Muy Captadoras / Atractoras







NO Dagge	Bases Generadoras		Bases Mixtas		Bases Atractoras		Bases Muy Atractoras	
Nº Bases	Total	[%]	Total	[%]	Total	[%]	Total	[%]
100	6	6,00	27	27,00	35	35,00	32	32,00
200	26	13,00	65	32,50	66	33,00	43	21,50
300	58	19,33	87	29,00	99	33,00	56	18,67
400	97	24,25	123	30,75	110	27,50	70	17,50
500	144	28,80	146	29,20	136	27,20	74	14,80

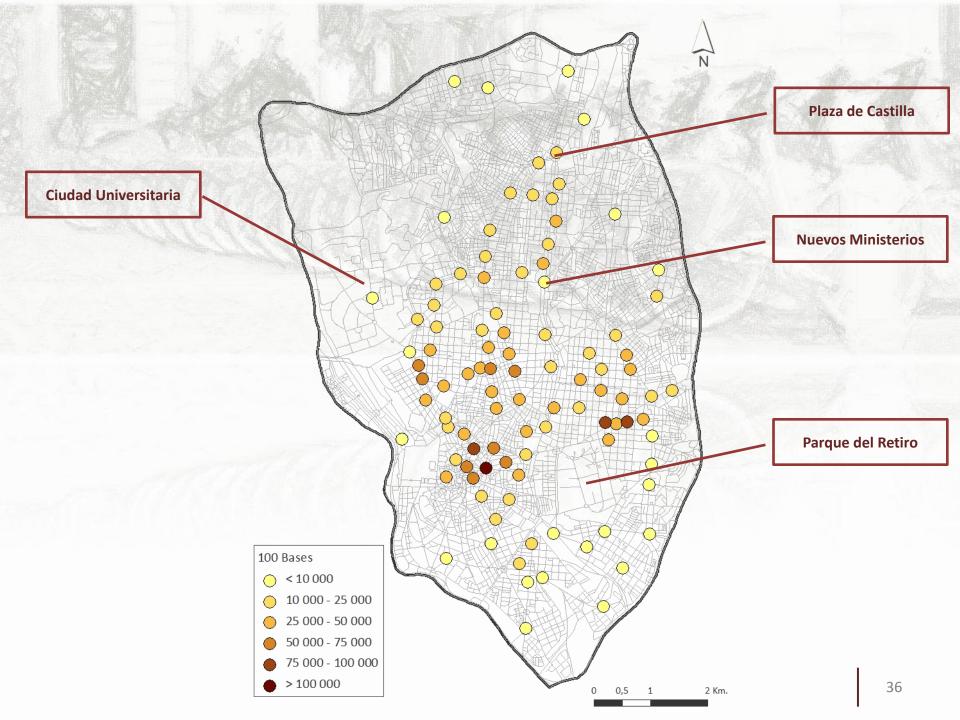


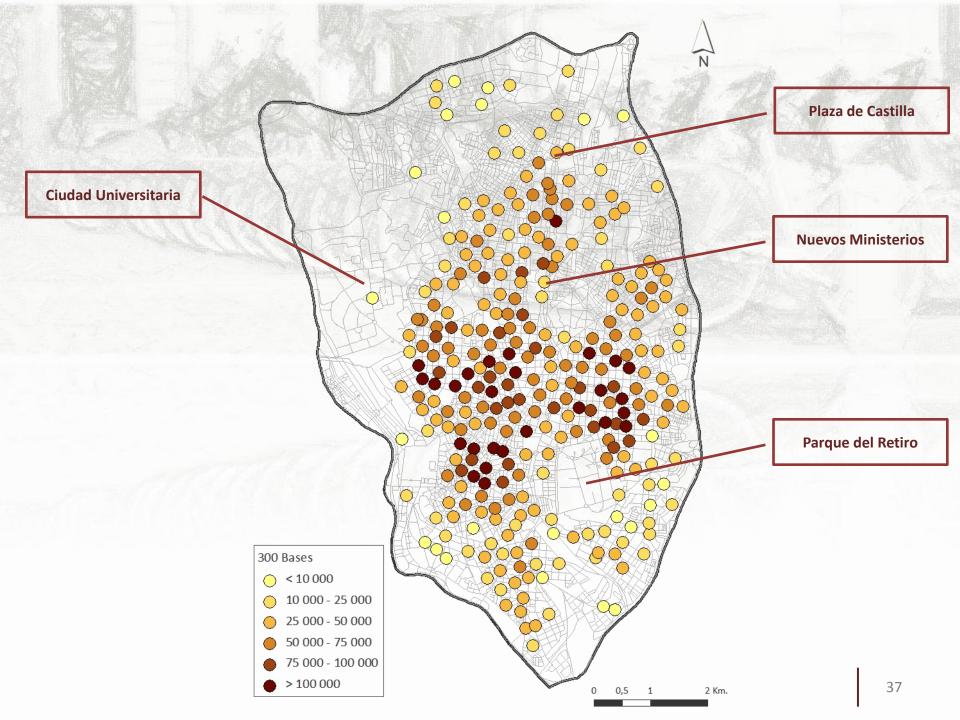
IV.4 Accesibilidad de las Estaciones

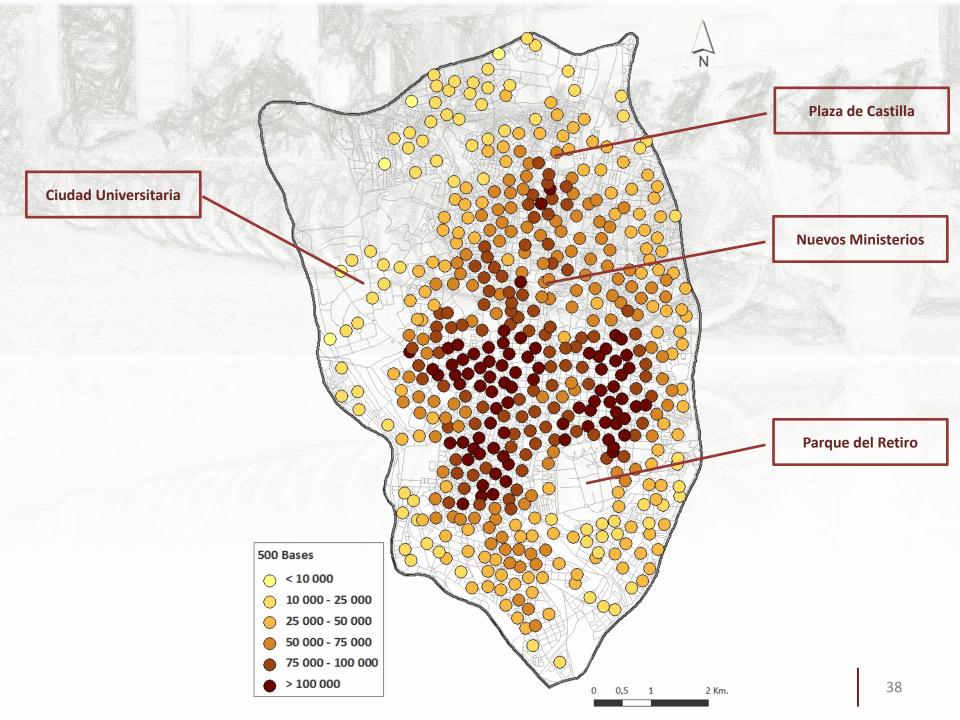
Modelo de Máxima Cobertura

La demanda determina la localización de cada base y por tanto su accesibilidad en cada escenario.

Caracterización de la accesibilidad a partir de datos de demanda de viajes







Escenarios (número de estaciones)	Media	Incremento	Incremento %	Desv. Tip.
100	25 689,1			21 523,9
200	41 054,4	15 365	59,8	20 304,9
300	50 339,6	9 285	22,6	36 869,0
400	58 508,8	8 169	16,2	29 950,6
500	62 154,6	3 646	6,2	33 875,4



V. CONCLUSIONES

Análisis de las posibilidad de los GIS y los modelos de Localización óptima de Servicios con el fin de realizar una propuesta de localización óptima de bases de bicicletas públicas en el centro de la Ciudad de Madrid.

- 5 escenarios (100,200, 300, 400, 500 bases), 2 modelos
 - Mínima Impedancia
 - Máxima cobertura (200 m)
- Incremento número de bases ⇒ Rendimientos decrecientes
- Caracterización de las bases: Tipología y Accesibilidad
 - Parámetros de uso de la bicicleta ⇔ tipología, pautas de reposición de bicicletas, cuantificación número de anclajes.
 - Efecto de Red ⇔ influencia del número de bases en la accesibilidad



VI. AGRADECIMIENTOS

Esta comunicación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competividad (Proyecto TRANSBIC, TRA2010-17035). Una versión ampliada está en prensa en la revista Applied Geography.



VII. BIBLIOGRAFÍA

- Ayuntamiento de Madrid. 2009. Proyecto MyBici.
- Bruinsma, F. y Rietveld, P. 1998. The accessibility of European cities: theoretical framework and comparison of approaches. *Environment and Planning A*, 30, 499-521.
- Curran, A. 2008. TransLink Public Bike System Feasibility Study. Vancouver: Quay Communications Inc.
- Heinen, E., van Wee, B. yMaat, K. 2010.Commuting by Bicycle: An Overview of the Literature, *Transport Reviews*, 30, 1, 59-96.
- Jensen, P., Rouquier, J.B., Ovtracht, N y Robardet, C. 2010. Characterizing the speed and paths of shared bicycles in Lyon. *Transportation Research D* 15 (8), 522-524.
- Laird, J., Nellthorp, J., Mackie, P. 2005. Network effects and total economic impact in transport appraisal. *Transport Policy* 12, 537-544.
- Larsen, J., El-Geneidy. 2009. Build it, but where? The use of Geographic Information Systems in identifying optima location for new cycling infrastructure. Transportation Research Board 89th Annual Meeting.
- Larsen, J., Patterson, Z. y El-Geneidy, A. (in press). Build it. But where? The use of geographic information systems in identifying locations for new cycling infrastructure. *International Journal of Sustainable Transportation*.
- Lin, J.R. y Yang, T.H. 2011.Strategic design of public bicycle sharing systems with service level constraints. Transportation Research E, 47, 284-294
- Midgley, P. 2011. *Bicycle-Sharing schemes: Enhancing sustainable mobility in urban areas*. Background Paper No. 8, CSD19/2011/BP8, Commission on Sustainable Development. UNITED NATIONS.
- Monzón, A., Vega, L. y López-Lambas, M.E. 2007. Potential to attract drivers out of their cars in dense urban areas.
 TRB 2007 Annual Meeting.
- Muhammad, S., de Jong, T. y Ottens, H. F. L. 2008. Job accessibility under the influence of information and communication technologies in the Netherlands. *Journal of Transport Geography*, 16, 203-216.
- NYC Dept. City Planning 2009. *Bike-share. Opportunities in New York City*. http://www.nyc.gov/html/dcp/html/transportation/td_bike_share.shtml
- Pucher, J., Dill, J. y Handy, S. 2010. Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. *Preventive Medicine*, 50, S106–S125
- Shu, J., Chou, M., Liu, Q., Teo, C.P. y Wang, I.L. 2010. *Bicycle-sharing system: deployment, utilization and the value of re-distribution*. Singapur, National University of Singapore- NUS Business School.http://www.bschool.nus.edu.sg/Staff/bizteocp/BS2010.pdf



Marta Latorre Sánchez latorre_marta@hotmail.com

Javier Gutiérrez Puebla javiergutierrez@ghis.ucm.es

Juan Carlos García Palomares jcgarcia@ghis.ucm.es

Distribución espacial de estaciones de bicicletas públicas mediante modelos de localización óptima

Marta LATORRE SÁNCHEZ Javier GUTIÉRREZ PUEBLA Juan Carlos GARCÍA PALOMARES

XV Congreso Nacional de TIG 21 de Septiembre de 2012



XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica Tecnologías de la Información Geográfica en el contexto del Cambio Global







